



**Francisco Duarte  
Moreira Simões  
Vieira**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO – FISCALIZAÇÃO NA  
REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS**

# **RELATÓRIO DE ESTÁGIO**





**FRANCISCO DUARTE  
MOREIRA SIMÕES  
VIEIRA**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO – FISCALIZAÇÃO NA  
REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS**

Tese apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica do Doutor Romeu da Silva Vicente, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e coorientação técnica do Engenheiro Fábio André Alves Neves, Engenheiro Fiscal na empresa Afaplan S.A.





## **o júri**

presidente

**Professora Doutora Ana Luísa Pinheiro Lomelino Velosa**

professora associada, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro

**Professor Doutor José António Raimundo Mendes da Silva**

professor associado, Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

**Professor Doutor Romeu da Silva Vicente**

professor associado, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Aveiro



## **agradecimentos**

Aos meus pais e irmãos, aos meus tios, às minhas avós, aos meus amigos e namorada, pelo apoio durante todo o processo. Ao meu avô que me ensinou que quem se dedica, consegue.

E ao orientador da Universidade de Aveiro, o professor Romeu da Silva Vicente pela predisposição na prestação de auxílio durante todo o processo e interesse no meu trabalho.

Ao coorientador da Afaplan, o Engenheiro Fábio Neves por me ter recebido muito bem e se disponibilizar sempre que necessário para meu auxílio na realização deste relatório e na aprendizagem tanto a nível académico como pessoal.

Obrigado.



## **palavras-chave**

fiscalização, reabilitação, revestimentos corretivos, estruturas de madeira

## **resumo**

O presente relatório tem como objetivo traduzir oito meses de estágio curricular efetuados na equipa de fiscalização em obra da empresa Afaplan, no Porto. Durante este período de estágio foram acompanhadas duas obras de reabilitação na perspetiva de um engenheiro fiscal. O estágio em questão foi efetuado como parte integral do percurso académico do curso de Mestrado Integrado de Engenharia Civil na Universidade de Aveiro.

O presente relatório encontra-se dividido em várias partes sendo as de maior relevo as seguintes:

Introdução às relações funcionais envolvidas nas duas obras referentes ao estágio;

Uma descrição das atividades desenvolvidas ao longo do estágio enquanto parte do corpo de fiscalização;

Uma descrição das obras de reabilitação acompanhadas ao longo do estágio, onde são descritas e ilustradas as soluções existentes e implementadas acompanhadas por descrições técnicas aos níveis da higrotérmica, estabilidade estrutural e infraestruturas. Poderá afirmar-se que este capítulo do relatório será um estudo das respetivas obras do ponto de vista de um engenheiro civil.

Para melhorar a inteligibilidade do trabalho, as imagens essenciais no âmbito da descrição das tarefas, foram introduzidas no campo do texto em pequena dimensão. No entanto, podem ser consultadas as mesmas imagens em grandes dimensões nos anexos. Também em anexo é possível consultar o formato dos relatórios diários de atividades desenvolvidas ao longo do estágio.



**keywords**

construction supervision, building rehabilitation, external covering systems, timber structures

**abstract**

This report aims to explain eight-month traineeship made in the inspection team while aboard the Afaplan company in Porto. During this period, it was possible to accompany two rehabilitation works in the perspective of a site supervising engineer. Moreover, this traineeship was part of the academic career of the MSc course in Civil Engineering at the University of Aveiro.

This report is divided into several parts having the greatest meaning as follows

Introduction to the functional relations between the contractor, the inspection team and the client;

Brief description of the activities developed during the traineeship;

Description of the rehabilitation related work whilst in the inspection team throughout the whole stage. In which the existing and implemented solutions accompanied by technical descriptions in terms of hygrothermal, structural stability and infrastructure will be described and illustrated. Furthermore, it may be stated this chapter of the report as a study of the respective works from a civil engineer's point of view.

To improve the document's intelligibility, images presented in the document are shown in small dimensions. However, they can be consulted in large dimensions in the attachment III. Also related, there will be an attachment where one can consult an example of the daily reports developed during the stage for self-monitoring.









---

# ÍNDICE

---

Índice de Figuras .....	III
Acrónimos .....	VII
1 Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Empresa de acolhimento .....	1
1.3 Organização do Relatório.....	2
2 Estrutura de Relações Funcionais numa Obra .....	3
2.1 Organização da Obra nº1 – Reabilitação da Urbanização de Santa Luzia.....	3
2.2 Organização da Obra nº2 – Reabilitação do Edifício Araújo Porto .....	5
2.3 Fiscalização.....	6
2.3.1 Gestão de Informação .....	7
2.3.2 Acompanhamento de Propostas de Alteração de Desenhos de Projeto.....	9
2.3.3 Controlo de Planeamento e Prazo .....	9
2.3.4 Controlo de Custos .....	11
2.3.5 Controlo de Qualidade .....	12
3 Obra nº1 – Reabilitação de Edifícios Sociais da Urbanização de Santa Luzia .....	13
3.1 Descrição geral da urbanização de Santa Luzia.....	14
3.2 Descrição técnica dos pormenores de construção da Urbanização de Santa Luzia .....	16
3.3 Anomalias e soluções de Reabilitação e Beneficiação .....	17
3.3.1 Fachadas.....	17
3.3.1.1 Fixação das placas de isolamento térmico de EPS .....	18
3.3.1.2 Placas de isolamento térmico e pormenores.....	19
3.3.1.3 Armadura de revestimento.....	20
3.3.1.4 Camada de base do acabamento .....	20
3.3.1.5 Acabamento final .....	20
3.3.1.6 Melhoria no interior a nível térmico:.....	21
3.3.1.7 Tratamento das pontes térmicas .....	23
3.3.1.8 Melhoria na estanquidade .....	24
3.3.2 Vãos Envidraçados.....	26
3.3.3 Cobertura .....	29
3.3.4 Drenagem de águas pluviais.....	32
3.3.4.1 Cumeeira .....	32
3.3.4.2 Zonas de remate com elementos emergentes .....	32

3.3.4.3	Capeamento e Remate das águas das coberturas com as platibandas .....	33
3.3.4.4	Caleiras nos larós da cobertura .....	35
3.3.4.5	Tubos de queda e ligações .....	36
3.3.4.6	Caleira perimetral.....	36
4	Obra nº2 – Reabilitação do Edifício Araújo Porto .....	39
4.1	Descrição geral do Edifício Araújo Porto.....	40
4.2	Descrição técnica dos pormenores de construção do Edifício Araújo Porto .....	41
4.2.1	Pavimentos e estruturas de suporte .....	42
4.2.1.1	Soalho de madeira.....	42
4.2.1.2	Pavimento revestido por marmorite ou mosaicos.....	45
4.2.1.3	Estrutura de suporte em madeira .....	47
4.2.1.4	Lajes de perfis metálicos com abobadilhas de tijolo maciço .....	53
4.2.1.5	Lajes aligeiradas .....	54
4.2.1.6	Pavimento de regularização de betonilha.....	55
4.2.2	Paredes Interiores e Exteriores .....	55
4.2.2.1	Paredes de tabique.....	55
4.2.2.2	Paredes resistentes em granito e revestimento de fachada .....	59
4.2.3	Coberturas.....	64
4.2.3.1	Cobertura inclinada em madeira.....	64
4.2.3.2	Cobertura sobre abóbada .....	68
4.2.4	Pormenores construtivos e decorativos .....	70
4.2.4.1	Rodapés.....	70
4.2.4.2	Marmoreado .....	71
4.2.4.3	Tetos em estuque.....	73
5	Conclusões e Comentários Finais.....	77
5.1	Motivos da Opção de Estágio.....	77
5.2	Principais Conclusões .....	77
5.3	Aprendizagem Pessoal .....	78
5.4	Comentários Finais.....	80
	Referências e Bibliografia.....	79
	Anexo I – Atividades em obra afetas ao estágio	
	Anexo II – Relatório diário pessoal	
	Anexo III – Ilustrações	

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1-Organograma Geral da Obra nº1 .....	3
Figura 2-Organograma Geral da Obra nº2 .....	5
Figura 3-Comunicação entre Intervenientes na Obra nº1 .....	7
Figura 4-Comunicação entre Intervenientes na Obra nº2 .....	8
Figura 5-Circuito de Controlo de Prazos .....	10
Figura 6-Controlo de Custos e Faturação.....	11
Figura 7-Urbanização de Santa Luzia .....	13
Figura 8-Localização da Urbanização de Santa Luzia (Fonte: Google Maps) .....	14
Figura 9-Urbamização de Santa Luzia .....	15
Figura 10-Blocos 1 a 9 da Urbanização de Santa Luzia .....	16
Figura 11- Pontes Térmicas e Sistema ETICS.....	17
Figura 12-Aparecimento de Fungos e Bolores Junto das Pontes Térmicas .....	17
Figura 13-Colagem das Placas de Poliestireno Expandido .....	18
Figura 14-Fixação Mecânica das Placas de Isolamento Térmico EPS.....	18
Figura 15-Pormenor de Pingadeira (Vítor Abrantes 2015) .....	19
Figura 16-Pormenor de Arranque do Sistema Homologado ETICS (Vítor Abrantes 2015) .....	19
Figura 17-Pormenor de Reforço Metálico das Arestas nos Cunhais dos Edifícios .....	20
Figura 18-Aspeto Final do Acabamento em Areado .....	21
Figura 19-Coefficientes de Transmissão Térmica.....	21
Figura 20-Tratamento das Pontes Térmicas e Aplicação do Sistema ETICS.....	23
Figura 21- Marcação e Aspeto Final da Reparação da Fissuração .....	24
Figura 22-Princípio de Tratamento de Fissuras (Silva, J. Mendes - Fissuração das alvenarias) .....	25
Figura 23- Vãos Envidraçados .....	26
Figura 24-Pormenor dos Peitoris (Vítor Abrantes, 2015).....	26
Figura 25-Pormenor das Padieiras (Vítor Abrantes, 2015) .....	27
Figura 26-Pormenor de Isolamento da Caixa de Estore.....	27
Figura 27-Grelha de Ventilação Autorregulável.....	28
Figura 28-Painel do tipo "Sandwich" .....	29
Figura 29-Correto Armazenamento e Identificação das Placas de Fibrocimento.....	29
Figura 30-Unidade de Descontaminação .....	30
Figura 31-Preparação da Remoção das Placas de Aglomerado Negro .....	30
Figura 32-Estrutura de Suporte da Cobertura.....	30
Figura 33-Colocação de Isolamento Térmico em Mantas de Lã de Rocha na Laje de Esteira .....	30

Figura 34-Aplicação de Isolamento Térmico no Desvão da Cobertura [20] .....	31
Figura 35-Aparelho de Ventilação do Desvão .....	31
Figura 36-Vedação da Junta entre Águas.....	32
Figura 37-Rufagem da Cumeeira.....	32
Figura 38-Pormenor do Remate dos painéis com elementos emergentes .....	33
Figura 39-Escorrimentos nas Fachadas numa fase prévia à Reabilitação.....	33
Figura 40-Capeamento e Remate das Águas com as Platibandas .....	34
Figura 41-Pormenor de Remate com Platibanda, Caleira Inclusive (Vitor Abrantes, 2015) .....	34
Figura 42-Pormenor de Caleiras das Coberturas (Vitor Abrantes, 2015) .....	35
Figura 43- Espaçamento pré e pós Reabilitação das Coberturas.....	35
Figura 44-Tubo Auxiliar de Escamento de Águas Pluviais da Cobertura.....	36
Figura 45-Bainha Metálica dos Tubos de Queda .....	36
Figura 46-Caleira Perimetral .....	36
Figura 47-Pormenor de Caleira Perimetral (Vitor Abrantes, 2015) .....	37
Figura 48-Edifício Araújo Porto .....	39
Figura 49-Localização do Edifício Araújo Porto (Google Maps) .....	40
Figura 50-IAP (Instituto Araújo Porto) (Google Maps).....	40
Figura 51-Soalho Existente.....	42
Figura 52-Estado de degradação da madeira do soalho .....	43
Figura 53-Tratamento do Soalho a Manter.....	43
Figura 54-Cota de Base das Réguas do Soalho.....	44
Figura 55-Bandas de Neoprene.....	44
Figura 56-Fixação Mecânica do Soalho .....	45
Figura 57-Mosaicos no Átrio (esquerda) e Marmorite (direita).....	45
Figura 58-Fissuração de Mosaicos .....	46
Figura 59-Argamassa autonivelante.....	46
Figura 60-Vigamento e Tarugos do Pavimento Existente .....	47
Figura 61-Vigas de secção retangular .....	47
Figura 62-Vigamento em vãos.....	48
Figura 63-Impermeabilização nos Apoios do Vigamento .....	48
Figura 64-Nivelamento da Estrutura de Madeira .....	49
Figura 65-Gateiras de Ventilação do Desvão entre o Pavimento e o Solo (exterior) .....	49
Figura 66- Gateiras de Ventilação do Desvão entre o Pavimento e o Solo (interior) .....	49
Figura 67-Relação Entre os Parâmetros a e b (EN 1995-1-1:2004).....	50

Figura 68-Reforço a meio-vão da estrutura de suporte dos pavimentos térreos .....	51
Figura 69-Remoção das Secções Degradadas sujeitadas a Ataques Biológicos.....	51
Figura 70-Tratamento da Madeira por Aspersão de Xilofene .....	51
Figura 71-Estrutura de Suporte do Coro-Alto na Capela .....	52
Figura 72-Colocação de vigas novas no suporte do coro-alto .....	52
Figura 73-Fixação metálica dos elementos de reforço em madeira.....	53
Figura 74-Abobadilhas em tijolo Maciço com Vigamento Metálico .....	53
Figura 75- Lajes Aligeiradas.....	54
Figura 76-Pavimento de Regularização de Betonilha .....	55
Figura 77- Ripado de uma Parede de Tabique .....	56
Figura 78-Parede Simples de Tabique com Duplo Pano .....	56
Figura 79-Parede de Tabique Dupla de Duplo Pano .....	57
Figura 80-Frechal.....	57
Figura 81-Prumo.....	57
Figura 82-Paredes de Tabique de Pano Único com contraventamento[29].....	58
Figura 83-Paredes em Tabique de prumos[29].....	58
Figura 84-Planta do 1º piso elevado .....	59
Figura 85-Alvenaria de granito do piso térreo .....	59
Figura 86-Pormenores Decorativos da Pedra Trabalhada na Fachada .....	60
Figura 87-Cantaria em Granito.....	60
Figura 88-Impermeabilização de Paredes de Granito.....	61
Figura 89-Incrustações nas cantarias .....	61
Figura 90-Tratamento de Fissuras nas Fachadas .....	62
Figura 91-Tratamento de fissuras com recurso a grampos metálicos .....	62
Figura 92-Reforço de Padieiras não Consolidadas em Vãos Abertos em Paredes Resistentes .....	63
Figura 93-Cobertura em Madeira; (A)Frechal; (B)Asnas; (C)Trama .....	64
Figura 94-Frechal da Cobertura em Madeira .....	65
Figura 95-Asnas; (A)Pendural; (B)Perna; (C)Escora; (D)Linha .....	65
Figura 96-Trama .....	66
Figura 97-Ensaio de Aferição do Estado de Degradação de Elementos em Madeira.....	66
Figura 98-Retificação de Elementos de Madeira por Substituição Parcial .....	67
Figura 99-Lixagem Superficial de Elementos em Madeira .....	67
Figura 100-Telha Cerâmica Antes e Após Tratamento a Jato .....	67
Figura 101-Estrutura de Cobertura sobre abóbada de madeira [30] .....	68

Figura 102-Abóbada do Teto da Capela .....	68
Figura 103-Substituição de Caibros na Cobertura da Capela.....	69
Figura 104-Colocação do Forro Guarda-pó na cobertura da capela.....	69
Figura 105-Rodapé Existente .....	70
Figura 106-Ventilação no Tardoz do Rodapé .....	70
Figura 107-Lixagem dos Rodapés (esquerda) e Acabamento com Esmalte (direita) .....	71
Figura 108-Mármore Lioz (esquerda)(retirado de Realstoneusa.com) e Reprodução (direita) .....	71
Figura 109-Degradação do Marmoreado e Respetivo Suporte .....	72
Figura 110-Restauro do Marmoreado .....	72
Figura 111-Estrutura de Teto em Estuque .....	73
Figura 112-Tardoz do Estuque e Suporte.....	73
Figura 113-Estrutura de Suporte do Estuque e Ripado.....	73
Figura 114-Camadas Constituintes do Estuque [32] .....	74
Figura 115-Molduras e Sancas nos Tetos em Estuque.....	75
Figura 116-Friso, Sanca (esquerda) e Ornato (direita) no Teto do Salão Nobre do Edifício IAP.....	75
Figura 117-Destacamento do Estuque.....	76



---

## ACRÓNIMOS

---

GOP	Gestão de Obras Públicas
D.O.	Dono de Obra
E.M.	Empresa Municipal
PSS	Plano de Segurança e Saúde
ETICS	External Thermal Insulation Composite Systems
PIE	Plano de Inspeção e Ensaio
QAI	Qualidade do Ar Interior
CSO	Coordenador de Segurança de Obra
SCMP	Santa Casa da Misericórdia do Porto



# Capítulo 1

## Introdução

Capítulo		pg.
1	Introdução	1
1.1	Enquadramento	1
1.2	Empresa de acolhimento	1
1.3	Organização do Relatório	2

# 1 INTRODUÇÃO

---

O presente capítulo desenvolve uma introdução do presente documento contextualizando o leitor nas várias matérias que serão apresentadas.

## 1.1 ENQUADRAMENTO

---

O presente documento consiste no relatório de estágio executado no âmbito do percurso académico do aluno Francisco Duarte Moreira Simões Vieira no curso de Mestrado Integrado em Engenharia Civil na Universidade de Aveiro entre Setembro de 2015 e Abril de 2016. O permitiu o acompanhamento de obras de reabilitação no âmbito de atividade da fiscalização, da empresa Afaplan, S.A.

O estágio consistiu:

- No desenvolvimento de várias atividades no papel de engenheiro fiscal em obra;
- No acompanhamento das reabilitações posteriormente descritas;
- Na análise das soluções construtivas adotadas e pré-existentes;
- Na aprendizagem das relações interpessoais entre os vários intervenientes numa obra;
- Na consolidação e usufruto das capacidades e conhecimentos adquiridos ao longo do Mestrado Integrado em Engenharia Civil.

O estágio terminou antes da receção provisória da 2ª obra – Reabilitação de um edifício antigo, ficando, por isso, por acompanhar ativamente 2 meses até à conclusão da obra. No entanto, foram efetuadas visitas à obra sempre que necessário.

## 1.2 EMPRESA DE ACOLHIMENTO

---

Em 1985 foi fundada a empresa “AFA – Consultores de Engenharia, Lda.” que ofereceu serviços até 1994 tais como: execução de projetos de engenharia, coordenação e gestão de equipas de construção. Nesta data, em resposta à demanda do mercado, foi criada a “Afaplan – Planeamento e Gestão de Projectos, SA” onde se reteve todo o conhecimento adquirido na AFA.

A empresa “Afaplan, S.A.” é um órgão integrado da “Propor”. A “Propor” organiza os vários departamentos constituintes como o apoio ao Sistema Integrado de Gestão, Recursos Humanos, Marketing entre outros.

A entidade acolhedora que possibilitou a realização do presente estágio trata-se de uma empresa em crescimento e desenvolvimento contínuo encontrando-se em vários mercados com escritórios no Porto, Lisboa e no estrangeiro. São exemplos São Paulo e João Camara no Brasil, Bucareste na Roménia, Varsóvia na Polónia, Maputo em Moçambique e Luanda em Angola. As ferramentas facultadas foram o conhecimento que possui, as metodologias homologadas e alguns materiais necessários, tudo acompanhado por condições de trabalho adequadas e auxílio constante.

### 1.3 ORGANIZAÇÃO DO RELATÓRIO

---

O presente relatório encontra-se dividido em capítulos e subsecções. Cada um apresenta uma parte do relatório, sendo o primeiro capítulo o presente.

O capítulo 2 expõe as várias relações entre os intervenientes em ambas as obras de reabilitação acompanhadas no presente estágio.

No capítulo 2.3 constam as atividades desenvolvidas direta e indiretamente enquanto corpo da fiscalização em obra.

No capítulo 3 e 4 encontram-se descritos os seguintes temas referentes à obra que cada capítulo respeita:

- Descrição geral da obra, incluindo a localização e história dos edifícios a reabilitar;
- Descrição técnica dos pormenores construtivos existentes;
- Apresentação de anomalias, patologias e respetivas soluções implementadas ou a implementar no caso de serem executadas posteriormente ao estágio.

Devido à complexidade e detalhe que ambas as obras apresentam em termos de soluções construtivas apresentadas, foi dado maior ênfase a uma solução particular em cada obra. No caso da primeira obra (reabilitação de edifícios sociais da urbanização de Santa Luzia) nota-se a importância dada ao sistema ETICS. Na 2ª obra (reabilitação do Edifício Araújo Porto), devido à sua excecionalidade, nota-se uma maior importância em relação às soluções construtivas que envolvam, na reabilitação ou aplicação, elementos em madeira.

No capítulo 5 constam as razões que levaram à decisão do estágio curricular face à dissertação comum, uma descrição geral do documento e as principais conclusões relativamente ao presente documento.

No anexo I encontram-se descritas algumas atividades desenvolvidas no âmbito da aprendizagem no estágio.

No anexo II é disponibilizado um registo “tipo” dos relatórios diários das atividades desenvolvidas enquanto parte da equipa de fiscalização e alguns procedimentos de inspeção executados. Este processo teve como objetivo organizar e registar o trabalho pessoal efetuado diariamente durante o percurso do estágio.

No anexo III é possível encontrar as fotografias e imagens apresentadas no corpo de texto ao longo do documento em maiores dimensões caso haja interesse na sua consulta.

## Capítulo 2

Estrutura de Relações Funcionais numa Obra

Capítulo		pg.
2	Estrutura de Relações Funcionais numa Obra	3
2.1	Organização da Obra nº1 – Reabilitação da Urbanização de Santa Luzia	3
2.2	Organização da Obra nº2 – Reabilitação do Edifício Araújo Porto	5
2.3	Fiscalização	6
2.3.1	Gestão de Informação	7
2.3.2	Acompanhamento de Propostas de Alteração de Desenhos de Projeto	9
2.3.3	Controlo de Planeamento e Prazo	9
2.3.4	Controlo de Custos	11
2.3.5	Controlo de Qualidade	12

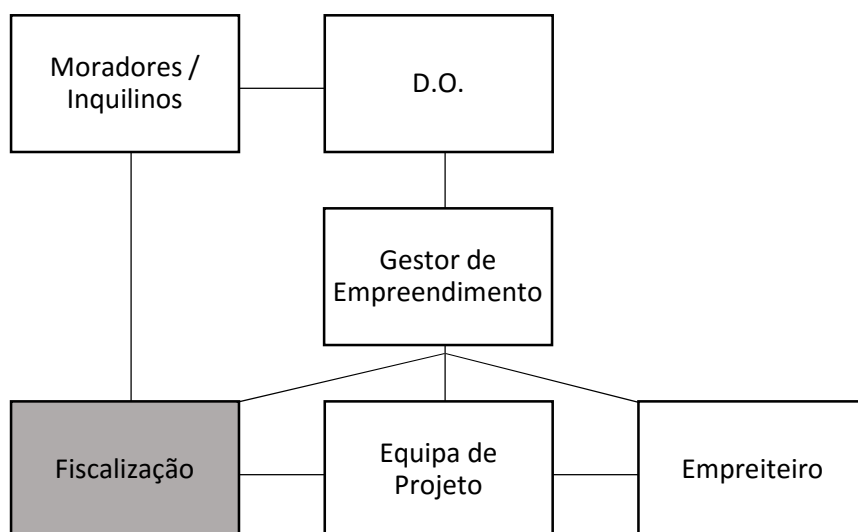


## 2 ESTRUTURA DE RELAÇÕES FUNCIONAIS NUMA OBRA

Neste capítulo serão apresentados três assuntos principais, nomeadamente: apresentação da obra nº1, apresentação da obra nº2 e uma descrição das funções da equipa de fiscalização no enquadramento do presente estágio.

### 2.1 ORGANIZAÇÃO DA OBRA nº1 – REABILITAÇÃO DA URBANIZAÇÃO DE SANTA LUZIA

Uma empreitada é constituída por vários intervenientes em que cada um tem um papel na execução da obra. A informação citada neste capítulo trata-se de um enquadramento geral em relação aos intervenientes numa obra de acordo com a aprendizagem adquirida no estágio. No organograma geral da figura 1 encontram-se as relações e intervenientes na empreitada específica da reabilitação da Urbanização de Santa Luzia.



*Figura 1-Organograma Geral da Obra nº1*

Os intervenientes numa obra têm diferentes tipos de relações entre si que ditam o normal funcionamento de uma obra pública, conforme o presente caso em apreço, desempenhando cada entidade uma função específica:

O **D.O. (Dono de Obra)** é, neste caso, a Domus Social. Esta contratou a GOP (Gestão de Obras Públicas) como seu representante em obra, sendo consequentemente a GOP a gestora de empreendimento no esquema da figura 1.

O **Dono de Obra** e o **Gestor de empreendimento** intervêm diretamente no processo como proprietários e destinatários da obra. É dever do gestor de empreendimento certificar-se da viabilidade técnico-económica do empreendimento e assegurar a mobilização dos recursos financeiros necessários, tendo a obrigação de assegurar a capacidade, em tempo útil, de tomar decisões e proceder às aprovações necessárias. No caso descrito é designado pelo **G.E. (Gestor de**

**Empreendimento** um representante interlocutor capaz de gerir os assuntos a tratar, sendo a gestão efetuada em função do interesse público e da legislação em vigor.

A **Fiscalização**, contratada pelo **G.E.**, têm funções perante o **Dono de obra**, de fiscalização e gestão de qualidade do empreendimento. É função da fiscalização zelar pelo exato cumprimento dos prazos, custos e qualidade técnica de execução do produto final proporcionando ao **D.O.** todas as informações, análises e recomendações que o habitem à tomada de decisões.

O **Empreiteiro**, no organograma apresentado, é a entidade a quem o **D.O.** adjudica a execução dos trabalhos. Este, por sua vez, poderá subcontratar outras entidades para fornecimento e execução dos trabalhos (em conformidade com os limites máximos impostos contratualmente).

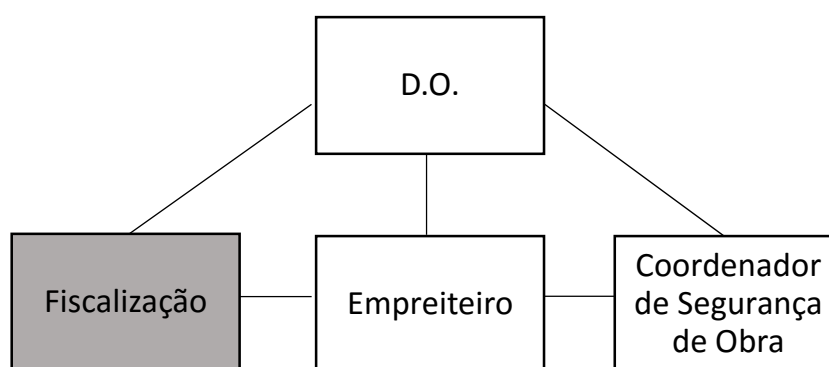
O **Empreiteiro** assume responsabilidades inerentes à materialização da obra, soluções, prazos e outros assuntos respeitantes à obra. É seu cargo gerir a obra e seus constituintes sempre de acordo com os prazos estipulados ou, caso estes sejam ultrapassados, negociar novos prazos e as respetivas consequências, em conformidade com a legislação (no presente caso: cumprimento do Código de Contratos Públicos).

As atribuições ao **Projetista** são a definição completa do projeto, a sua descrição clara e a justificação técnica das soluções adotadas, assim como explicação das alterações e prestação de esclarecimentos das soluções que se revelem necessários durante a fase de obra.

Na presente empreitada é constante o contacto direto do empreiteiro e da fiscalização com os **Moradores/Inquilinos**. Estes, por sua vez, têm um impacto indireto na execução da obra pois, paralelamente ao **D.O.**, são o cliente final. A sua contribuição passa pela apresentação de reclamações e observações que poderão ser relevantes perante o engenheiro fiscal, com vista a garantir a qualidade final das soluções implementadas e eventual adaptação das soluções preconizadas em projeto em função das necessidades dos utilizadores finais (**moradores/inquilinos**).

## 2.2 ORGANIZAÇÃO DA OBRA nº2 – REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO ARAÚJO PORTO

As relações entre os intervenientes na empreitada da reabilitação do edifício Araújo Porto existem de acordo com a Figura 2. Nesta é possível observar o organograma das relações entre os intervenientes afetas à obra nº2. A diferença mais relevante em relação à obra nº1 foi a inexistência de contato com moradores e consequente descarga de funções relacionadas.



*Figura 2-Organograma Geral da Obra nº2*

No caso descrito de obra, o **D.O.** é a Santa Casa da Misericórdia, SCMP. A sua maior responsabilidade é garantir a viabilidade técnico-económica, aprovar, ou não, os pedidos solicitados e garantir a mobilização dos recursos financeiros afetos à realização da obra.

O **D.O.**, por sua vez, contratou a equipa de **Fiscalização**, a Afaplan. A função da Afaplan nesta obra é o supervisionamento das várias atividades e matérias relacionadas com a obra no âmbito da garantia de qualidade da mesma.

As funções do **empreiteiro** passam pela materialização da obra assim como a coordenação da sua equipa direccionada para a realização das atividades a desenvolver, tendo sempre em conta o cumprimento dos prazos estipulados pelo **D.O.**

Nesta Obra foi nomeado pelo **D.O.**, e como parte do mesmo, um **Coordenador de Segurança de Obra**. Este deve garantir a segurança de todos os intervenientes analisando todas as situações e atividades em desenvolvimento orientando a equipa técnica de modo a não ocorrerem danos físicos ou materiais durante a empreitada. Também é sua responsabilidade a gestão e controlo ambiental referentes à empreitada.

## 2.3 FISCALIZAÇÃO

---

A organização interna de funcionamento da Afaplan passa por articular todas as ligações entre os intervenientes. Consequentemente são adicionadas funções à fiscalização resultantes da interação com o **D.O.**, o **empreiteiro** e a equipa de projeto.

Dentro destas funções e de acordo com a experiência adquirida no estágio através da formação de acolhimento e acompanhamento em obra, as mais relevantes são as seguintes:

- Gestão de Informação;
- Controlo de Planeamento e monitorização de prazos;
- Acompanhamento das adversidades e alterações referentes ao plano de trabalhos;
- Controlo de custos;
- Controlo de Qualidade técnica.

A lista apresentada apenas se aplica ao cargo exercido pelo engenheiro fiscal e/ou diretor de fiscalização sobre os quais se efetuou o acompanhamento em obra ao longo do estágio. Serão tratados apenas os aspetos mais relevantes que se enquadrem nas funções pessoais a desempenhar no presente estágio.

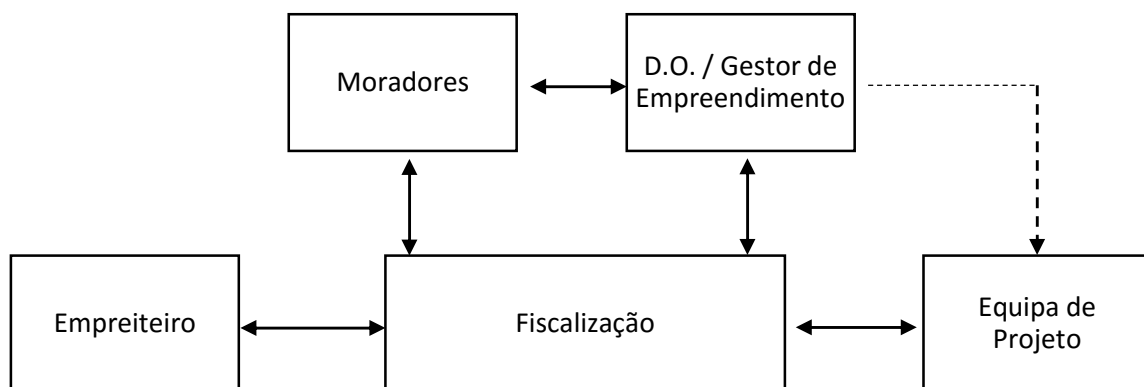
### 2.3.1 Gestão de Informação

Numa obra a fluidez de toda a informação por todos os intervenientes é crucial para atingir os objetivos funcionais da empreitada. Mais importante é registar toda a informação de forma organizada para que a mesma possa ser facilmente consultada quando necessário. Este processo deverá ser uma das funções cruciais de um engenheiro fiscal em obra.

Durante a fase de obra é frequente a consulta da fiscalização por parte do empreiteiro sempre que este tenha dúvidas ou alterações a sugerir, seja em relação às soluções a adotar ou aos materiais a utilizar. Estes assuntos devem obedecer à estrutura de comunicação previamente definida pelo Dono de Obra.

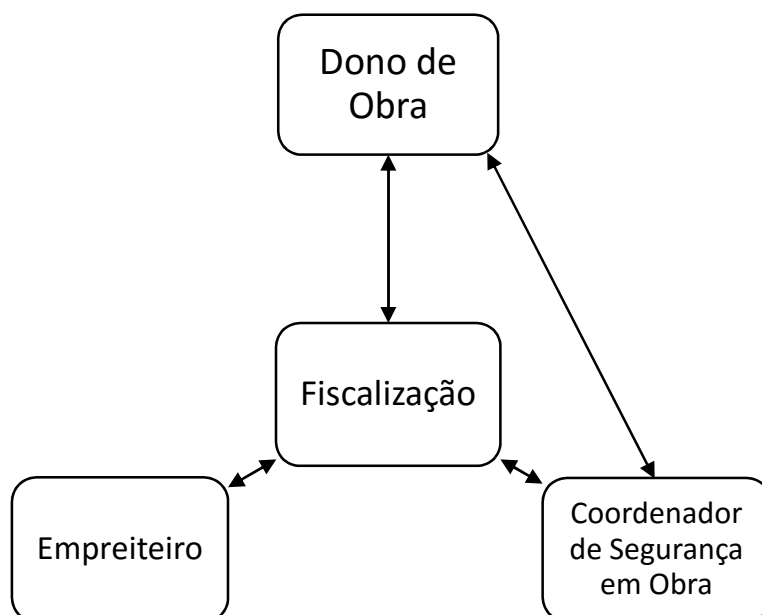
É obrigação do Empreiteiro dirigir-se à Fiscalização para que esta analise e emita o respetivo parecer e, caso necessário, encaminhamento do pedido de esclarecimento ao Projetista e/ou Dono de Obra. Após o respetivo parecer da entidade competente, a Fiscalização analisa e estuda a resposta obtida. Depois de estudada a questão esta será remetida ao dono de obra para que este dê, ou não, a aprovação final. Por fim, a solução será implementada pelo empreiteiro e acompanhada pela fiscalização.

O organograma ilustrado na Figura 3 resume a organização da comunicação entre os vários intervenientes especificamente da obra nº1. No entanto, a organização será similar à de uma obra pública onde esteja presente o contacto com os moradores.



*Figura 3-Comunicação entre Intervenientes na Obra nº1*

Toda a informação deve intersetar a equipa de fiscalização garantindo assim o melhor controlo e registo de todos os sectores da sua responsabilidade. Nesse âmbito é importante salientar a posição central no organograma que a equipa de fiscalização ocupa.



*Figura 4-Comunicação entre Intervenientes na Obra nº2*

Na obra nº2, contrariamente à obra nº1 de Santa Luzia, O CSO (Coordenador de Segurança de Obra) é parte da equipa da SCMP. As ligações na figura representam a tramitação de informação entre os principais intervenientes na obra. Nesse âmbito, a fiscalização desempenha um papel importante na organização da informação transitada assim como no seu registo para possíveis posteriores consultas.

O papel a desempenhar no presente estágio passou por acompanhar todo o processo e proceder aos registos necessários. São estes registos de toda a correspondência e documentos transitados, posteriormente arquivados fisicamente e em formato digital.

### 2.3.2 Acompanhamento de Propostas de Alteração de Desenhos de Projeto

---

Geralmente numa obra existem pormenores que não se adaptam a situações particulares aquando da implementação das soluções preconizadas no projeto. Sempre que se verifiquem incompatibilidades entre o preconizado em projeto e a situação real é obrigação do empreiteiro pedir esclarecimentos da solução a adotar à Fiscalização e este ao projetista. Caso necessário o empreiteiro pode apresentar soluções alternativas mediante o estabelecido no caderno de encargos da empreitada.

Toda a informação transitada deve cruzar a fiscalização, a qual acompanhará todo o processo de resolução do problema assim como a devida implementação da nova solução.

A função desempenhada durante o estágio foi a instrução, acompanhamento e auxílio de todo o processo descrito.

### 2.3.3 Controlo de Planeamento e Prazo

---

Para ser adjudicada uma obra ao empreiteiro, este deve executar vários documentos solicitados pelo cliente, nomeadamente:

- Plano de Mão-de-Obra;
- Plano de Equipamentos;
- Plano de Pagamentos;
- Cronograma Financeiro;
- Memória Descritiva;
- Plano de trabalhos.

A adjudicação é a atribuição das responsabilidades da execução e materialização da obra representando, consequentemente, o final da Fase de Concurso.

Quando a adjudicação toma efeito, dá-se início à Fase de Obra. Seguidamente o empreiteiro dispõe de 10 dias de calendário para executar o plano de trabalhos ajustado. Neste devem constar ajustes à data de início da empreitada. No mesmo processo, e a par, deve a consignação e aprovação do PSS tomar efeito para que seja possível dar início aos trabalhos da empreitada.

Durante a Fase de Execução caso se verifique um atraso dos trabalhos que ponha em risco o cumprimento do prazo de execução da obra ou prazos parcelares, o D.O. pode notificar o empreiteiro, usufruindo este de 10 dias para elaborar um plano de trabalhos de recuperação.

No decorrer de uma obra existem várias razões que podem resultar em atrasos, nomeadamente condições meteorológicas, acidentes, inspeções e outros. Neste âmbito, pode o empreiteiro solicitar prorrogação do prazo e/ou ser-lhe solicitado planos de trabalho de recuperação a fim de garantir cumprimento dos prazos aumentando a mão-de-obra e organizando adequadamente os trabalhos por desenvolver. Este deverá percorrer o caminho do esquema apresentado na Figura 5.

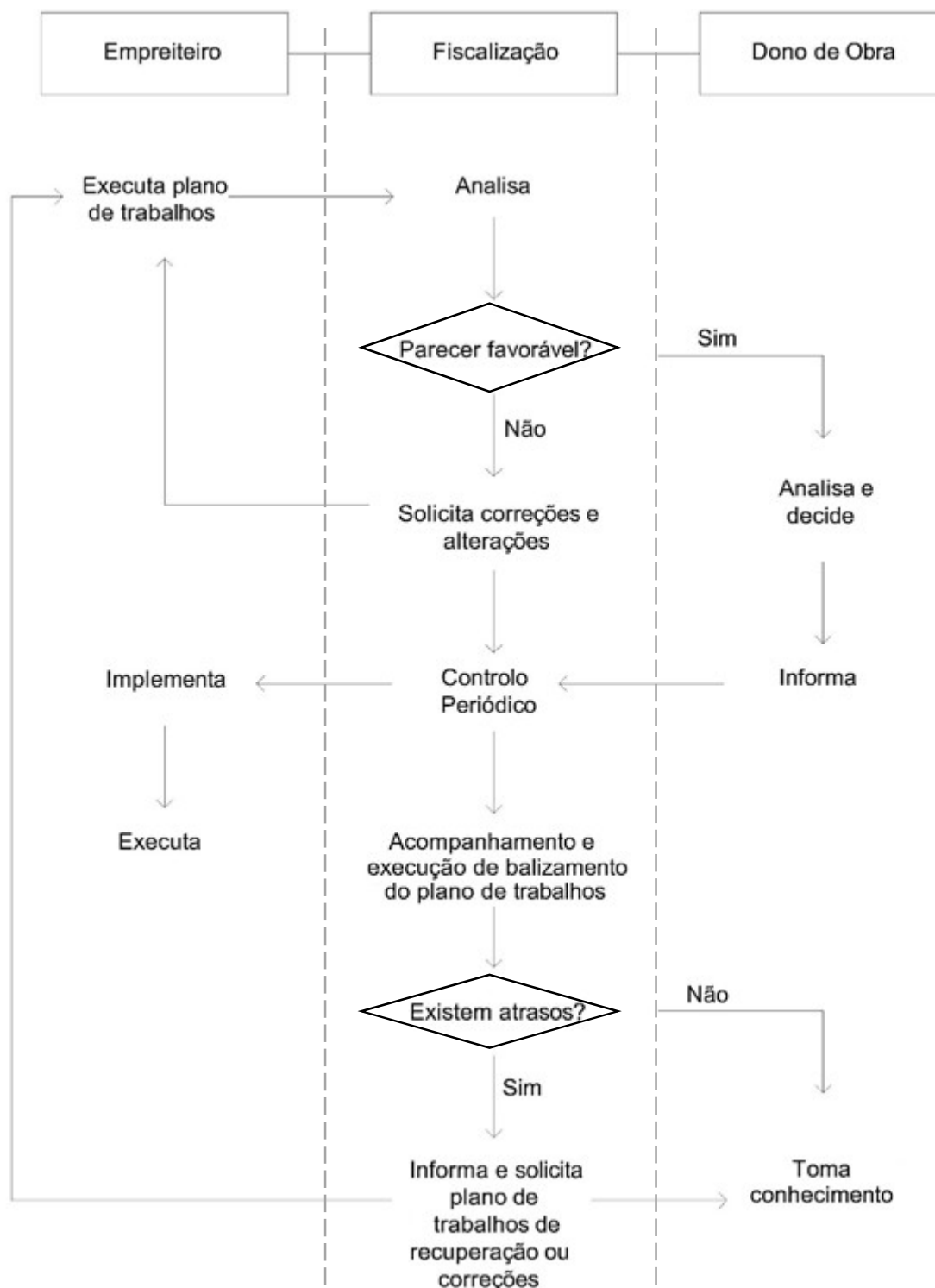


Figura 5-Circuito de Controlo de Prazos



Nota: os organogramas da Figura 5 e Figura 6 têm início na escolha do interveniente e seguidamente do elemento imediatamente a baixo.

Foi possível no presente estágio o acompanhamento do processo anteriormente descrito através do auxílio aos balizamentos e registos da correspondência transitada.

### 2.3.4 Controlo de Custos

Numa empreitada cabe ao empreiteiro realizar Autos de medição de trabalhos e revisão de preços dos quais possa tirar partido e beneficiar a própria empresa.

A fiscalização tem, neste processo, o dever de analisar os autos e aprovar, ou não, o conteúdo. Caso haja aprovação deve o dono de obra ser notificado e este, por sua vez, efetuar o pagamento de acordo com os autos facultados pelo empreiteiro.

Na Figura 6 é possível observar o processo de faturação mensal do empreiteiro.

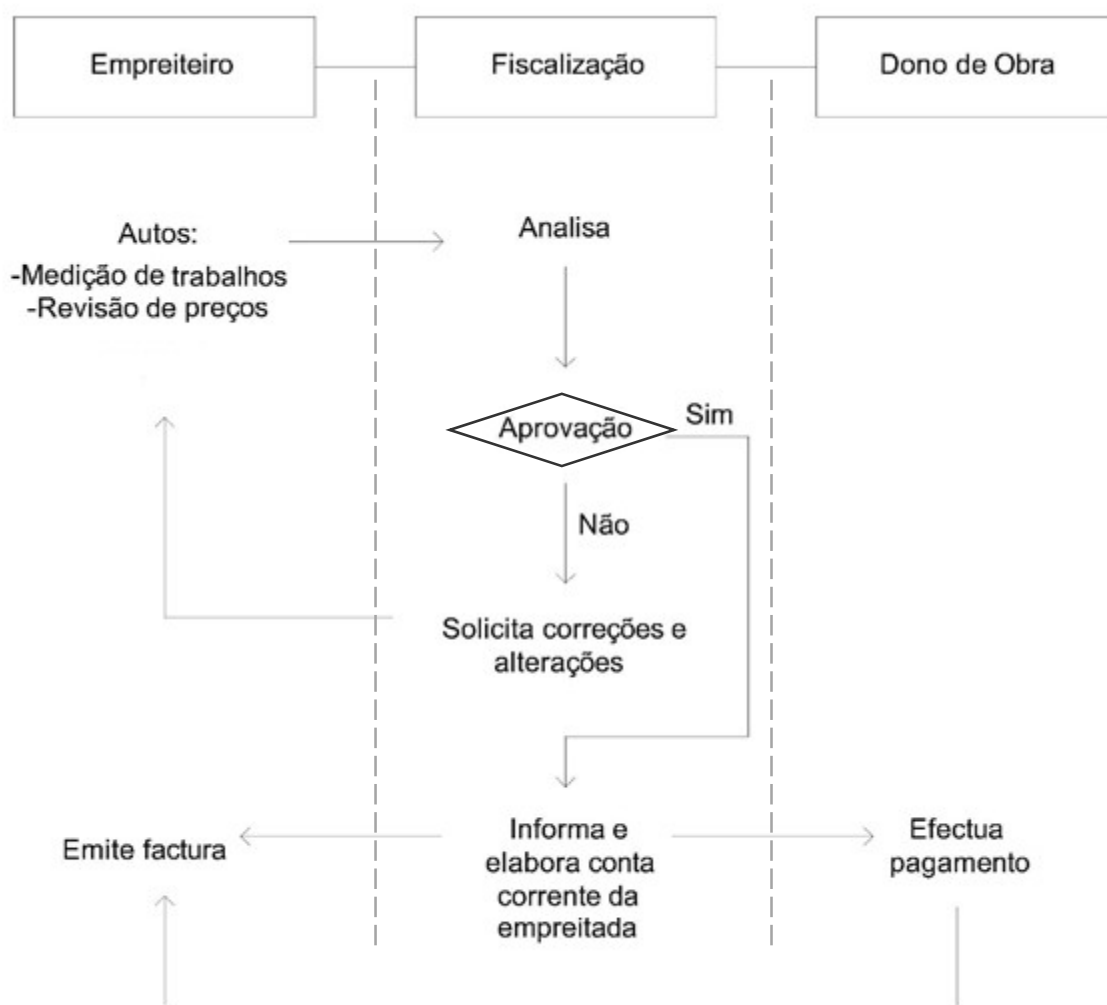


Figura 6-Controlo de Custos e Faturação

### 2.3.5 Controlo de Qualidade

---

Uma obrigação da fiscalização é a garantia de qualidade do produto final. Para ser possível atingir a qualidade exigida do empreendimento, a fiscalização atua na prevenção e no controlo de vários fatores, nomeadamente:

- Atividades em obra;
- Materiais e Equipamentos;
- Métodos de Execução;
- Ensaaios aos materiais.

Para prevenção, deve implementar planos de medidas preventivas e medidas corretivas garantindo as exigências funcionais da solução adotada. No controlo deverá haver garantia diária que as soluções estão a ser executadas em conformidade com as exigências técnicas de projeto e exigências regulamentares. Este controlo diário inclui inspeções e ensaios elaborados nos PIEs (Planos de Prevenção e Ensaaios) da empresa.

No final de cada etapa dos trabalhos é necessário proceder a uma inspeção final designada por “vistoria dos trabalhos executados”. Isto é, inspeções aos trabalhos na sua fase final registando os pormenores que necessitem retificações ou que eventualmente estejam em falta. Estas devem ser realizadas conjuntamente com o empreiteiro e com a fiscalização. Caso sejam assinaladas correções ou falhas na execução é obrigação do empreiteiro retificar/corrigir/executar o solicitado.

No presente estágio foi possível a participação em diversas vistorias. Nestas foram praticadas as mesmas funções esperadas por um engenheiro fiscal em obra. São essas funções as descritas no presente capítulo, outras nomeadas ao longo dos capítulos 3 e 4, e também presente no Anexo I “Atividades em obra afetas ao estágio”.

## Capítulo 3

Obra nº1 – Reabilitação de edifícios Sociais da Urbanização de Santa Luzia

Capítulo		pg.
3	Obra nº1 – Reabilitação de Edifícios Sociais da Urbanização de Santa Luzia	13
3.1	Descrição geral da urbanização de Santa Luzia	14
3.2	Descrição técnica dos pormenores de construção da Urbanização de Santa Luzia	16
3.3	Anomalias e soluções de Reabilitação e Beneficiação	17
3.3.1	Fachadas	17
3.3.1.1	Fixação das placas de isolamento térmico de EPS	18
3.3.1.2	Placas de isolamento térmico e pormenores	19
3.3.1.3	Armadura de revestimento	20
3.3.1.4	Camada de base do acabamento	20
3.3.1.5	Acabamento final	20
3.3.1.6	Melhoria no interior a nível térmico:	21
3.3.1.7	Tratamento das pontes térmicas	23
3.3.1.8	Melhoria na estanquidade	24
3.3.2	Vãos Envidraçados	26
3.3.3	Cobertura	29
3.3.4	Drenagem de águas pluviais	32
3.3.4.1	Cumeeira	32
3.3.4.2	Zonas de remate com elementos emergentes	32
3.3.4.3	Capeamento e Remate das águas das coberturas com as platibandas	33
3.3.4.4	Caleiras nos larós da cobertura	35
3.3.4.5	Tubos de queda e ligações	36
3.3.4.6	Caleira perimetral	36

### 3 OBRA Nº1 – REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS SOCIAIS DA URBANIZAÇÃO DE SANTA LUZIA

---



*Figura 7-Urbanização de Santa Luzia*

No presente capítulo segue uma descrição geral da obra nº1 localizando e descrevendo os edifícios intervencionados (ver Figura 7). Posteriormente será abordada a temática da intervenção em si apresentando as patologias e anomalias existentes anteriormente à obra de reabilitação assim como as respetivas soluções adotadas. Neste caso, notar-se-á um foco em relação aos pormenores construtivos do sistema ETICS (External Thermal Insulation Composite Systems). O registo fotográfico que se revela mais específico no âmbito da reabilitação encontra-se em maiores dimensões, numerado de acordo com as figuras do presente documento, no Anexo III. É ainda avaliado do ponto de vista técnico as soluções construtivas implementadas.

### 3.1 DESCRIÇÃO GERAL DA URBANIZAÇÃO DE SANTA LUZIA

A Urbanização de Santa Luzia localiza-se na freguesia de Paranhos junto à VCI (Via de Cintura Interna) na cidade do Porto (ver Figura 8). Os edifícios em questão encontram-se delimitados por três ruas principais, Rua de Santa Luzia, Rua Padre Rebelo da Costa e Rua Professor Agostinho da Silva. A urbanização a requalificar no presente e futuro é composta por 32 blocos para arrendamento de cadastro social, com 75 entradas e 640 fogos.

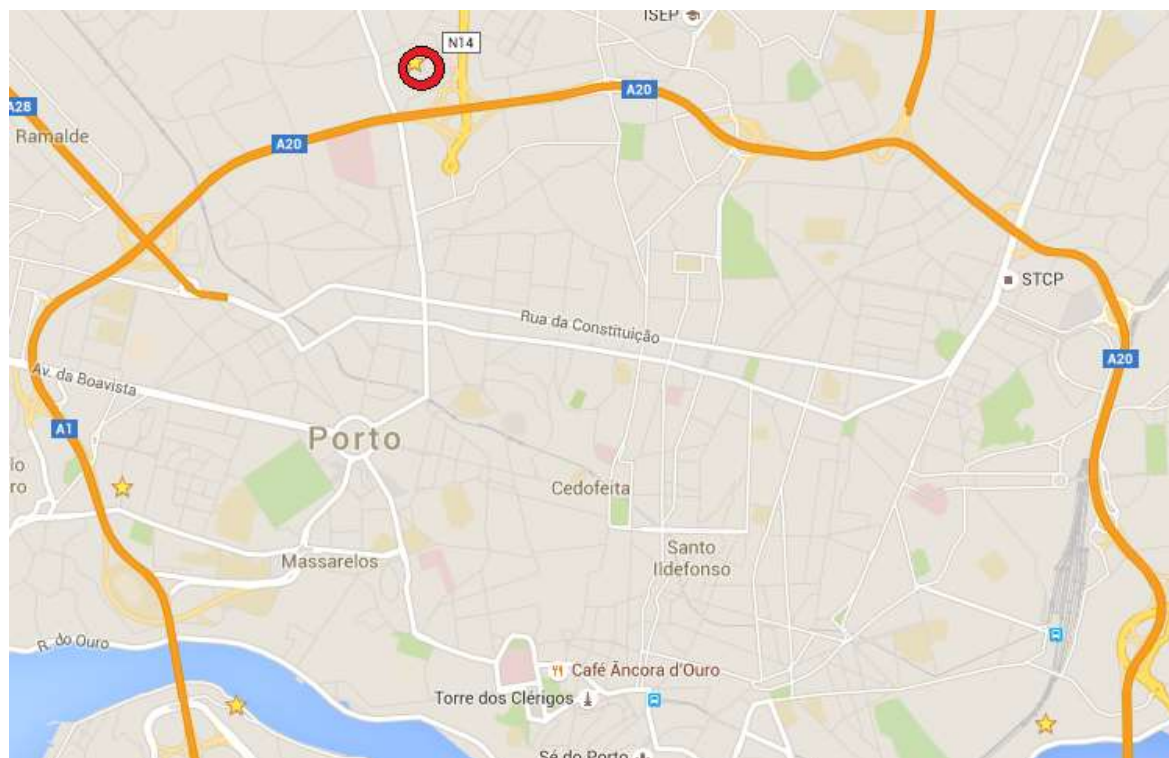


Figura 8-Localização da Urbanização de Santa Luzia (Fonte: Google Maps)

A construção desta urbanização decorreu em três fases entre 1991 e 1996. Na primeira fase foram construídas seis edifícios (torres) num total de 250 fogos para venda. Na segunda fase foram construídos 11 blocos de rés-de-chão com 3 andares e 240 fogos para arrendamento e na terceira fase foram executados 21 blocos da mesma tipologia que os anteriores, com 400 fogos para arrendamento.

A requalificação da Urbanização de Santa Luzia será também executada em três fases sendo a segunda dividida em duas partes, sendo que apenas serão requalificados os blocos para fins de arrendamento social. A fase de intervenção que foi acompanhada no presente estágio é a 2ª parte da fase 2. Esta fase inclui a correção de disfunções e anomalias de 9 blocos com frações do tipo T1 e T2, também incluindo o rés-do-chão dos 4 blocos onde funciona um jardim-de-infância/creche/A.T.L.







Figura 10-Blocos 1 a 9 da Urbanização de Santa Luzia

### 3.2 DESCRIÇÃO TÉCNICA DOS PORMENORES DE CONSTRUÇÃO DA URBANIZAÇÃO DE SANTA LUZIA

Nos edifícios em questão do ponto de vista estrutural são **estruturas porticadas** em betão armado com lajes aligeiradas sobre fundações em estacas. Na separação entre blocos contíguos foram criadas **juntas de dilatação** pontualmente deterioradas.

As **paredes exteriores** são em alvenaria de pano duplo de tijolo furado em 11 + 7 com caixa-de-ar de 4cm sem isolamento térmico.

Os **vãos envidraçados** exteriores são compostos por janelas simples de correr de vidro simples, caixilharia em alumínio anodizado e estores de réguas em PVC. Em algumas exceções foram instaladas pelo morador dupla janela. Nota-se também que os estores dos vãos envidraçados do jardim-de-infância localizados no rés-do-chão foram substituídos previamente à obra por estores em aço inox por questões de segurança.

Cada fogo inclui uma ou várias **lavandarias** com envolvente envidraçada curva, por sua vez de vidros impressos perfilados, apoiados na caixilharia e esta na alvenaria.

O **sistema de ventilação** do desvão sanitário baseava-se em orifícios entre a laje de rés-de-chão e o desvão, sendo que alguns se encontravam obstruídos por falta de manutenção.

No que diz respeito ao **sistema de ventilação**, nas áreas de habitação existiam as instalações sanitárias ventiladas com recurso a grelhas próximas do chão. No patamar de escadas também existiam grelhas de ventilação e nas cozinhas o sistema de exaustão através da chaminé com ligação à chaminé coletiva sobre o fogão.

As **coberturas** possuíam painéis de fibrocimento inclinadas e fixadas a vigotas pré-esforçadas e estas, por sua vez, assentes em muretes de alvenaria. Apoiadas na laje de cobertura inclinada e representando o isolamento térmico encontram-se placas de aglomerado negro de cortiça. Estas apresentavam um estado de degradação elevado. A cobertura do jardim-de-infância trata-se de uma cobertura plana em sistema invertido.

A **drenagem de águas pluviais** na cobertura existente é uma solução corrente da época de construção. Tratava-se de um sistema de caleiras nos larós e perímetro que conduziam a água para os tubos de queda. Estes na base encontram-se com caixa de visita que daí seguia para a rede pública.



As **caixas de escadas** dos blocos 1 a 5 eram abertas para o exterior com pavimentos em marmorite e tubagem embebida nas paredes. As **áreas comuns** dos blocos 6 a 9 apresentavam as mesmas técnicas de construção que as caixas de escadas dos blocos de 1 a 5.

---

### 3.3 ANOMALIAS E SOLUÇÕES DE REABILITAÇÃO E BENEFICIAÇÃO

---

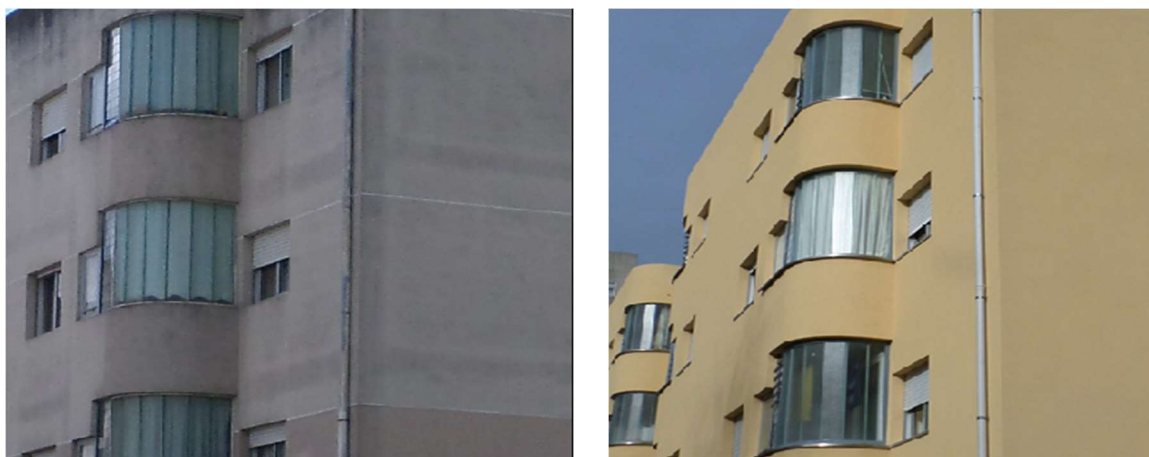
A envolvente externa dos blocos apresentava várias patologias derivadas de anomalias construtivas. Serão identificadas de seguida essas patologias e as soluções de reabilitação e benefícios implementadas. Novamente é de reforçar o foco nas soluções respetivas à implementação do sistema ETICS.

Quando relevante será introduzido o enquadramento do estágio na fiscalização das soluções adotadas.

#### 3.3.1 Fachadas

---

A existência de pontes térmicas na estrutura porticadas potencia o aparecimento de ataques biológicos e sujidade (ver Figura 11).



*Figura 11- Pontes Térmicas e Sistema ETICS*

O resultado da existência das pontes térmicas juntamente com a falta de ventilação do interior das frações conduz ao aparecimento de manchas de humidade, fungos e bolores (ver Figura 12).



*Figura 12-Aparecimento de Fungos e Bolores Junto das Pontes Térmicas*

Para a resolução das anomalias identificadas foi implementado sistema ETICS para a envolvente das fachadas. Os elementos constituintes deste sistema são descritos na subsecção seguinte.

### 3.3.1.1 Fixação das placas de isolamento térmico de EPS

A fixação das placas de EPS obteve-se através de meios mecânicos e colagem. A colagem foi executada com recurso a uma mistura de resinas sintéticas em dispersão aquosa com cargas minerais e cimento. Esta foi aplicada garantindo a continuidade ao longo de toda a fachada, ver Figura 13.



*Figura 13-Colagem das Placas de Poliestireno Expandido*

Nos casos de existência de suportes irregulares foi aplicada uma colagem contínua de contorno garantindo a fixação das placas de isolamento térmico EPS com 4 cm de espessura.

A fixação mecânica do sistema foi executada pontualmente por intermédio de parafusos adequados ao suporte introduzidos em buchas de plástico com 50 mm de diâmetro (ver Figura 14). A fixação mecânica descrita tem como base complementar a fixação por colagem.



*Figura 14-Fixação Mecânica das Placas de Isolamento Térmico EPS*

### 3.3.1.2 Placas de isolamento térmico e pormenores

As placas de isolamento térmico aplicadas são em EPS com 4 cm de espessura. Estas foram aplicadas desfasadamente e sem espaçamentos de forma a não comprometer a estabilidade e resistência mecânica do conjunto e do revestimento a colocar.

Quando necessário foram aplicados vários acessórios em PVC e perfis metálicos por forma a reforçar as arestas e remates do sistema ETICS, nomeadamente:

- Perfil de pingadeira no remate do sistema ETICS com a padieira, Figura 15;

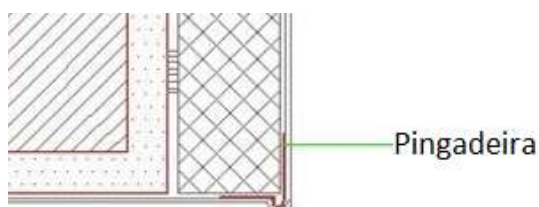


Figura 15-Pormenor de Pingadeira (Vitor Abrantes 2015)

- Perfil metálico de arranque com pingadeira, Figura 16;

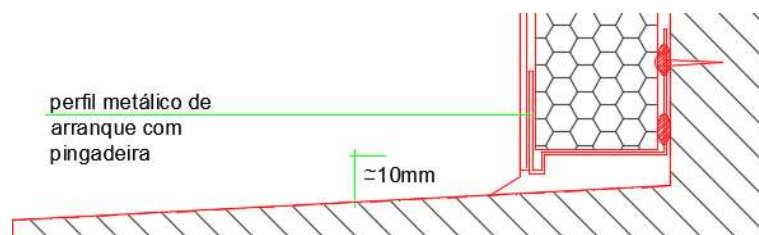
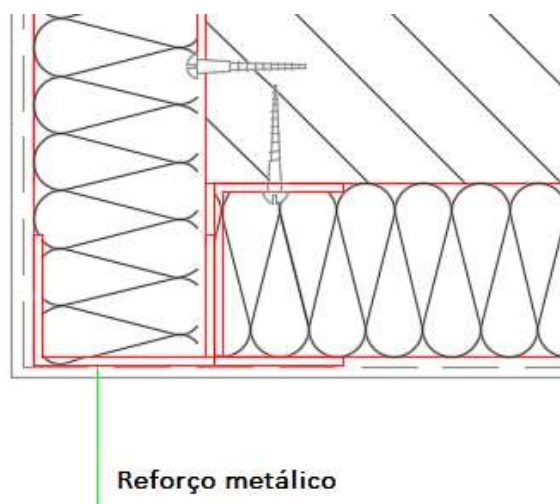


Figura 16-Pormenor de Arranque do Sistema Homologado ETICS (Vitor Abrantes 2015)

- Reforço metálico das arestas das fachadas, Figura 17.



*Figura 17-Pormenor de Reforço Metálico das Arestas nos Cunhais dos Edifícios*

### **3.3.1.3 Armadura de revestimento**

As armaduras do revestimento são constituídas por rede de fibra de vidro de malha quadrada com tratamento à humidade e aos álcalis. As aberturas da malha encontram-se entre os 3 mm e os 5 mm, garantindo boa resistência à tração e boa aderência ao suporte.

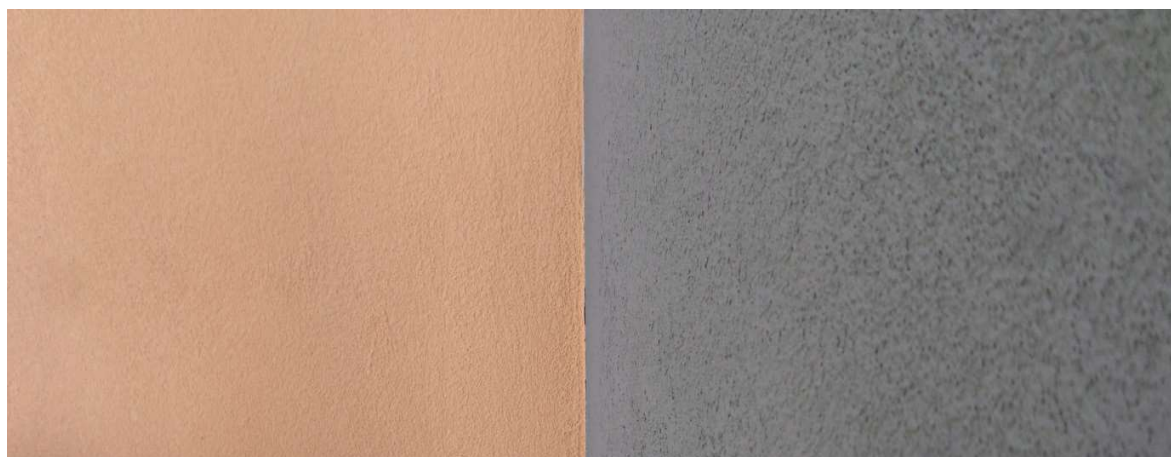
Nota-se ainda que se colocou uma dupla camada de rede ao nível do rés-do-chão em zonas acessíveis ao público de forma a garantir boa resistência superficial em situações de impacto direto.

### **3.3.1.4 Camada de base do acabamento**

No plano de fachada e aplicada sobre as placas de isolamento encontra-se a camada de base do acabamento final. A camada é constituída por uma argamassa sintética semelhante à camada de colagem com espessura entre os 2 e os 5 mm.

### **3.3.1.5 Acabamento final**

O revestimento executado é constituído por uma camada texturada de areado pintado melhorando a capacidade de resistência superficial e durabilidade do conjunto assim como a estanquidade do mesmo (ver Figura 18).



*Figura 18-Aspetto Final do Acabamento em Areado*

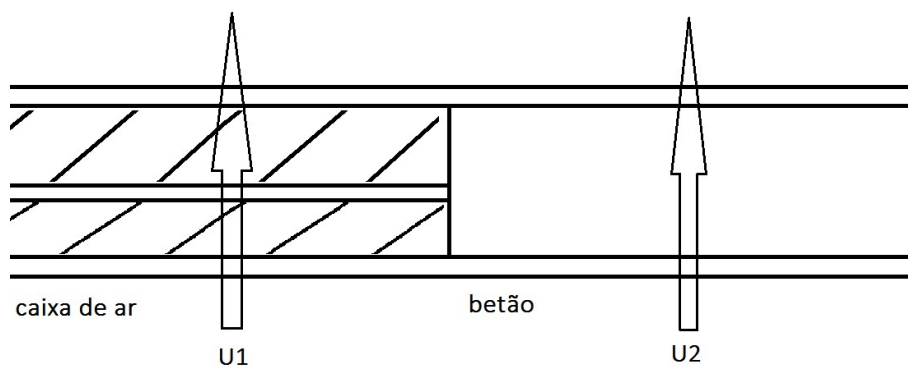
A adoção do sistema ETICS apresenta várias melhorias a níveis termo-higrométricos no interior das habitações. De seguida será apresentada e discutida esta melhoria consequente do reforço de isolamento térmico da envolvente externa.

### **3.3.1.6 Melhoria no interior a nível térmico:**

A temperatura interior de um edifício depende dos seguintes fatores [17]:

- Produção de vapor;
- Produção de calor;
- Temperatura atmosférica;
- Energia solar incidente;
- Nível de desempenho térmico da envolvente.

A reabilitação das fachadas dos edifícios da urbanização produziu uma alteração ao nível de desempenho térmico da envolvente. Seguidamente, encontra-se uma breve análise teórica de comparação entre o período anterior e posterior à reabilitação. Serão avaliados de forma expedita a qualidade e risco de condensação. “U1” corresponde ao coeficiente de transmissão térmica no plano de alvenaria e “U2” aos planos no betão (ponte térmica plana), conforme ilustrado na Figura 19.



*Figura 19-Coefficientes de Transmissão Térmica*

Para uma humidade relativa interior igual a 60% e uma temperatura interna de 20°C corresponde uma temperatura de orvalho de 14°C. (Diagrama Psicométrico, [1])

#### U1:

##### Pré Reabilitação (sem EPS):

$$U=1.168 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{°C})$$

$$\Theta_{si}=16.96\text{°C} > 14\text{°C}=T_s$$

Conclusões: **Não existe** risco de condensação na face interior da parede. Para uma temperatura interior de 20°C existe uma diferença para o plano de superfície interior de 3°C. No entanto, para condições de humidade relativa inferiores a 60%, o risco de condensação é potencial.

##### Pós Reabilitação (com EPS):

$$U=0.539 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{°C})$$

$$\Theta_{si}=18.60\text{°C} > 14\text{°C}=T_s$$

Conclusões: **Não existe** risco de condensação na face interior da parede. Para uma temperatura interior de 20°C existe uma diferença para o plano de superfície interior de 1.4°C.

#### U2:

##### Pré Reabilitação (sem EPS):

$$U=3.078\text{W}/(\text{m}^2.\text{°C})$$

$$\Theta_{si}=12.00\text{°C} < 14\text{°C}=T_s$$

Conclusões: **Existe** risco de condensação na face interior da parede. Para uma temperatura interior de 20°C existe uma diferença para o plano de superfície interior de 8°C.

##### Pós Reabilitação (com EPS):

$$U=0.755 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{°C})$$

$$\Theta_{si}=18.04\text{°C} > 14\text{°C}=T_s$$

Conclusões: **Não existe** risco de condensação na face interior da parede. Para uma temperatura interior de 20°C existe uma diferença para o plano de superfície interior de 1.96°C.

Em relação à qualidade térmica, avaliou-se e comparou-se os valores, de antes e após a reabilitação, do coeficiente de transmissão térmica [1]:

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_j R_j + R_{ar} + R_{se}} \quad (1)$$

Em que:



$U$  – Coeficiente de transmissão térmica ( $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ );  
 $R_{si}$ ,  $R_{se}$  – Resistência térmica superficial interior e exterior, respetivamente;  
 $R_j$  – Resistência térmica da camada  $j$  ( $m^2 \cdot ^\circ C/W$ );  
 $R_{ar}$  – Resistência térmica de espaços de ar ( $m^2 \cdot ^\circ C/W$ ).

Cálculo da temperatura da superfície interior da parede [1]:

$$\theta_{si} = \theta_i - R_{si} \cdot U \cdot (\theta_i - \theta_{atm}) \quad (2)$$

Em que:

$\theta_{si}$  - Temperatura da superfície interior da parede ( $^\circ C$ );  
 $\theta_i$  - Temperatura do ar interior ( $^\circ C$ );  
 $U$  - Coeficiente de transmissão térmica ( $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ );  
 $\theta_{atm}$  - Temperatura do ar exterior ( $^\circ C$ ).

Nota: A fórmula apresentada apenas é aplicada para  $\theta_{atm}=0^\circ C$  e  $\theta_i=20^\circ C$ , sendo  $20^\circ C$  a temperatura referente ao nível de conforto térmico interior.

Os cálculos efetuados permitem clarificar que o aparecimento de bolores no interior das habitações tinha origem nas pontes térmicas da estrutura combinadas com a produção de vapor elevada decorrente da ocupação e falta de ventilação para redução da HR (humidade relativa) do interior. Relativamente ao valor do coeficiente de transmissão térmica, este diminui cerca de 60% ( $U=1.168$  para  $U=0.539$  em  $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ )

### 3.3.1.7 Tratamento das pontes térmicas

Como referido anteriormente, as pontes térmicas eram claramente visíveis através do escurecimento das superfícies nas faces exteriores da estrutura. A solução implementada trata uma solução tradicional na atualidade oferecendo uma relação preço/qualidade excelente (ver Figura 20).

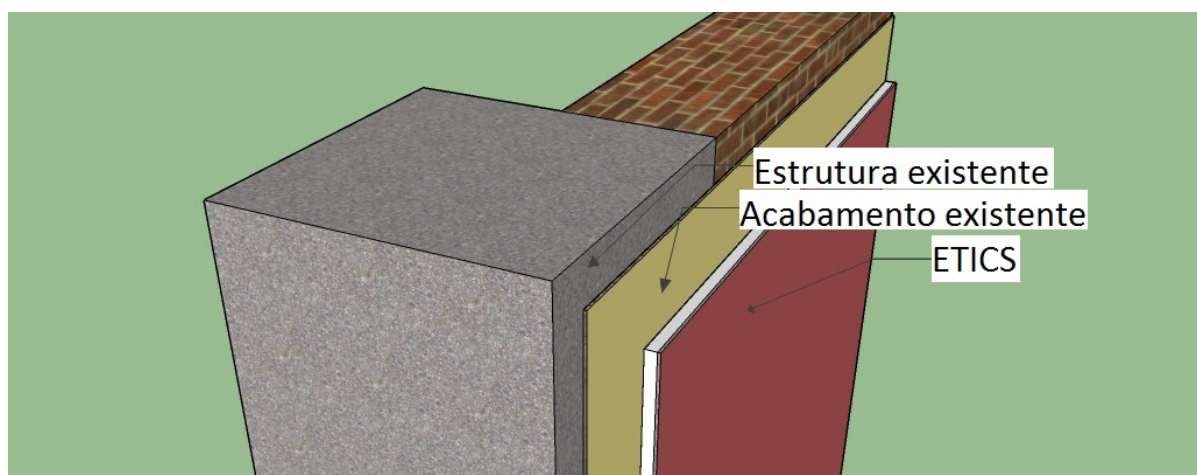


Figura 20-Tratamento das Pontes Térmicas e Aplicação do Sistema ETICS

### **3.3.1.8 Melhoria na estanquidade**

As fachadas encontravam-se com múltiplos focos de fissuração. Para as fissuras com espessuras superiores a 2mm foi aplicado o método de resolução de reparação “em ponte” contribuindo para a melhoria da estanquidade e estabilidade das fachadas. Este facto combinado com a aplicação do sistema ETICS resulta numa solução eficiente do ponto de vista da estanquidade e durabilidade da fachada.

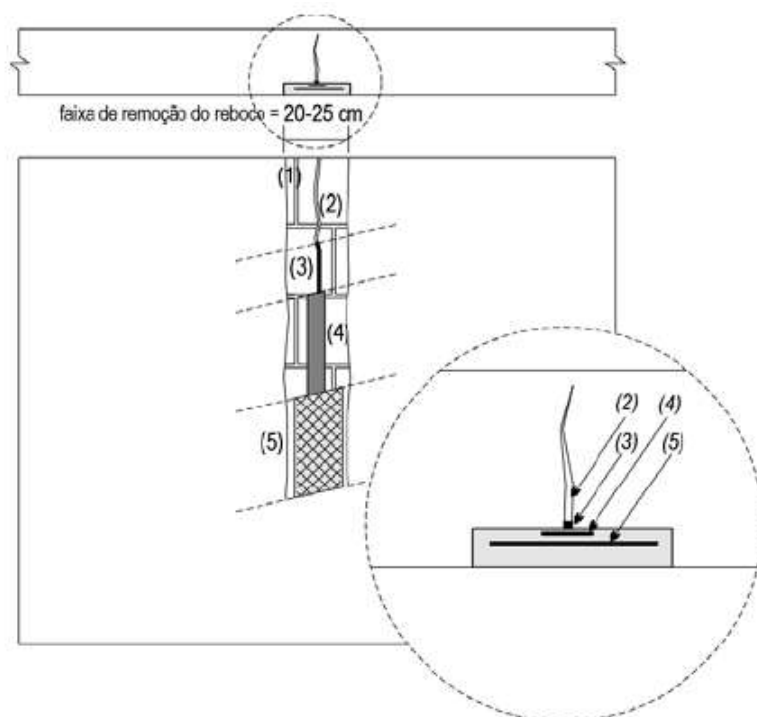


*Figura 21- Marcação e Aspeto Final da Reparação da Fissuração*

No caso particular da fissuração nas fachadas foram primeiro assinaladas todas as fissuras existentes para fácil deteção e posterior reparação (ver Figura 21).

Na Figura 22 encontram-se sumariamente explicadas as fases da reparação “em ponte” das fissuras com espessuras superiores a 2mm de acordo com o princípio de tratamento de fissuras [4].





**LEGENDA:**

- 1) Remoção do reboco numa faixa de 20 a 25 cm de largura
- 2) Fissura reaberta em "V" com disco rotativo de 5 mm, com 10 mm de profundidade
- 3) Vedação da fissura com mastique sintético
- 4) Fita de dessolidarização (papel "kraft") com 2 a 4 cm de largura, sobre a fissura
- 5) Reparação do reboco com argamassa curativa armada (não retrátil)

Figura 22-Princípio de Tratamento de Fissuras (Silva, J. Mendes - Fissuração das alvenarias)

No presente estágio foram acompanhados e inspecionados todos os pormenores construtivos por forma a garantir a correta execução dos mesmos. Além dos pormenores foi verificado o aspeto final obtido sendo que não deveriam ser detetadas irregularidades significativas na superfície das fachadas com luz incidente a 30 graus. Numa fachada plana, a flecha máxima admitida para o revestimento final sob uma régua de 2 metros é de 7 mm.

Os materiais previamente debatidos para implementação na empreitada podem por vezes diferir dos materiais encomendados. Assim como função no presente estágio foi necessária a verificação de todos os materiais e suas especificações técnicas que chegavam ao estaleiro garantindo que apenas seriam utilizados materiais aprovados ou teriam de despoletar aceitação e aprovação do D.O.

### 3.3.2 Vãos Envidraçados

Nos peitoris dos vãos envidraçados observavam-se escorrimentos negros derivados da pluviosidade e por falta de pingadeira nos peitoris.

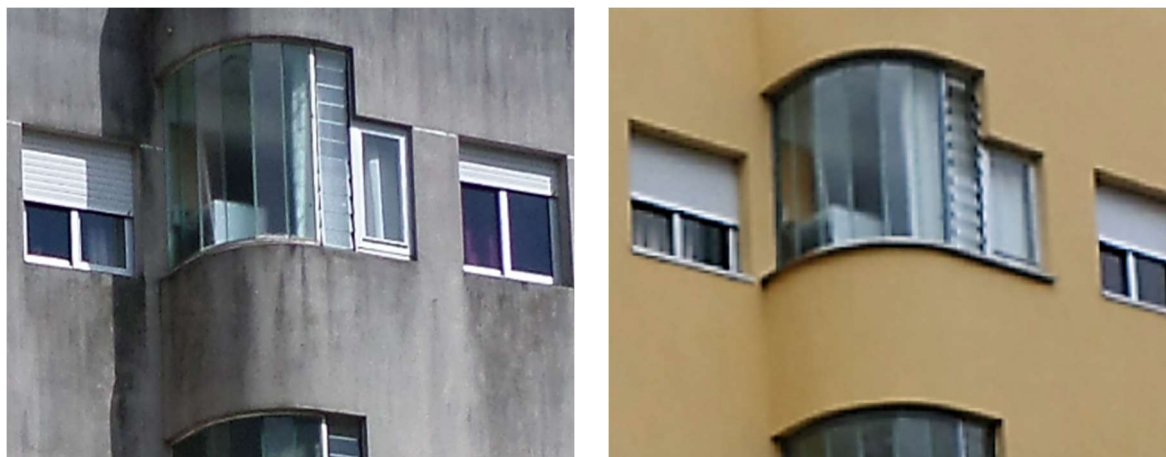


Figura 23- Vãos Envidraçados

Os vãos envidraçados de tipologia curva ilustrados na Figura 23 são compostos por um sistema de caixilharia de aço e vidro impresso perfilado. Na empreitada de reabilitação foram colocados peitoris em aço Inox AISI-316 dotados de pingadeira afastada do pano da fachada por forma a evitar escorrimentos. Para garantir a vedação dos pontos lineares passíveis da entrada de água foram colocados cordões de mástique de poliuretano.

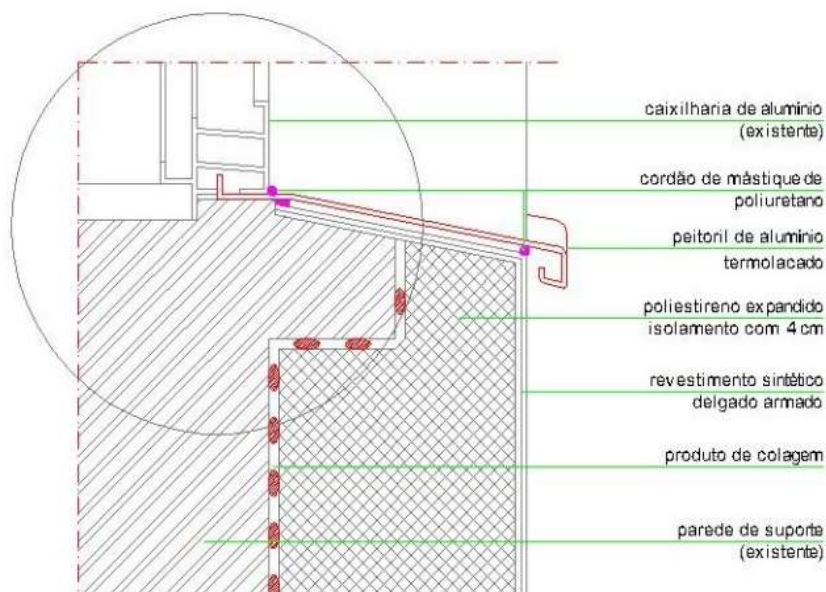
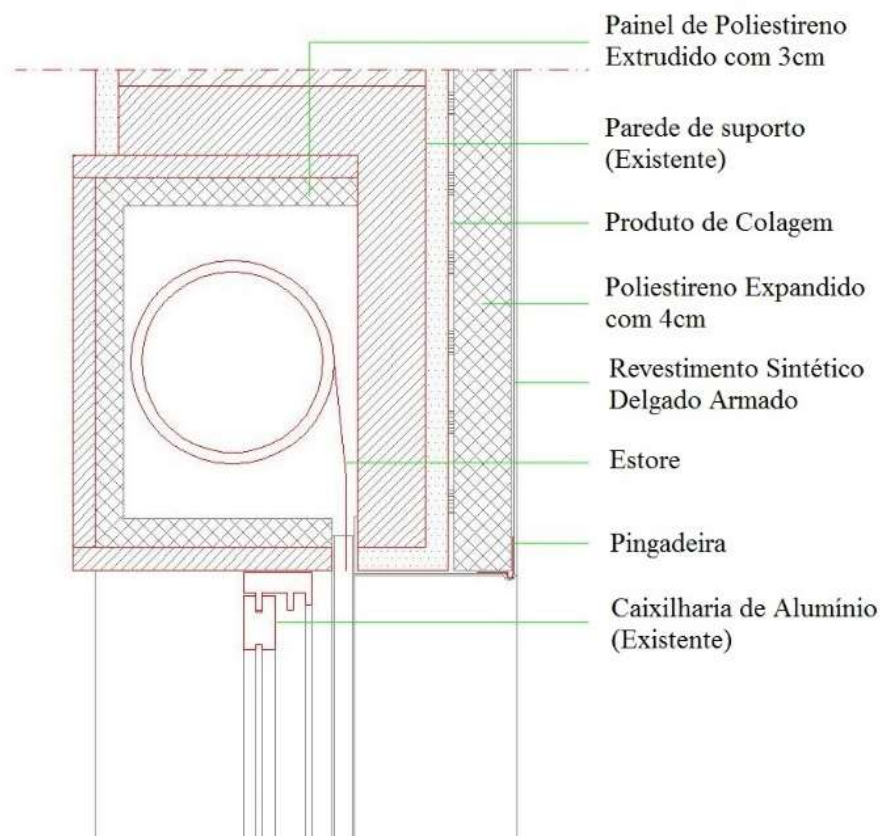


Figura 24-Pormenor dos Peitoris (Vitor Abrantes, 2015)

Ao nível da padieira, e de acordo com o sistema homologado do revestimento exterior, foram aplicados perfis de pingadeiras em todo o comprimento do remate da padieira com o sistema ETICS, Figura 24. Na Figura 25 é apresentado o pormenor das padieiras com caixa de estore exterior.



*Figura 25-Pormenor das Padieiras (Vitor Abrantes, 2015)*

Em muitas habitações é comum o aparecimento de problemas relacionados com humidade de condensação superficial nas caixas de estore. Por forma a resolver esta situação foram colocados painéis de poliestireno extrudido com 3 cm de espessura no interior da mesma. Deste modo o ar quente e húmido do interior da habitação quanto entrar em contato com a superfície da caixa de estore não irá condensar (ver Figura 26).



*Figura 26-Pormenor de Isolamento da Caixa de Estore*

Na face interior das caixas de estore foram aplicadas grelhas de ventilação autorreguláveis para garantir a renovação do ar interior e melhorar a sua qualidade reduzindo a quantidade de vapor de água e o aparecimento de condensações superficiais (ver Figura 27).



*Figura 27-Grelha de Ventilação Autorregulável*

No presente estágio foi necessária a verificação da correta implementação dos pormenores e grelhas. Estas verificações tiveram lugar nas várias vistorias efetuadas no interior e exterior dos edifícios e frações, registando os erros de execução e solicitando a devida correção.

### 3.3.3 Cobertura

Era imperativo a remoção de placas de fibrocimento aquando de uma reabilitação de coberturas, por estas representarem um perigo de contaminação por presença de amianto. Assim sendo, as coberturas dos edifícios na urbanização de Santa Luzia foram substituídas por painéis do tipo “sandwich”. Estes painéis são compostos por duas chapas perfiladas de aço galvanizado termolacado de 0.5 mm com núcleo em poliuretano denso de 42kg/m<sup>3</sup> e espessura de 30 mm (ver Figura 28).



*Figura 28-Painel do tipo "Sandwich"*

A remoção das chapas de fibrocimento deve seguir um protocolo estabelecido previamente através de um plano de elaboração de trabalhos tendo em conta medidas de segurança e saúde dos trabalhadores, pessoas, bens e ambiente. Primeiramente, devem ser retiradas as chapas e protegidas por uma película em plástico impedindo a dispersão de poeira de amianto. De seguida devem ser identificados os conjuntos de placas para posterior transporte para local apropriado, Figura 29.



*Figura 29-Correto Armazenamento e Identificação das Placas de Fibrocimento*

Assim que se dê por encerrada a atividade, os trabalhadores devem-se dirigir a uma unidade de descontaminação disponibilizada no local de trabalho e seguir as instruções aí indicadas (ver Figura 30).





*Figura 30-Unidade de Descontaminação*



*Figura 31-Preparação da Remoção das Placas de Aglomerado Negro*

A tarefa seguinte foi a remoção das placas de aglomerado negro de cortiça que devido ao seu estado de degradação não se revelaram passíveis de reutilização, Figura 31.

A estrutura de suporte do novo tipo de cobertura é composta por vigotas pré-esforçadas assentes em muretes pontuais de alvenaria, Figura 32.

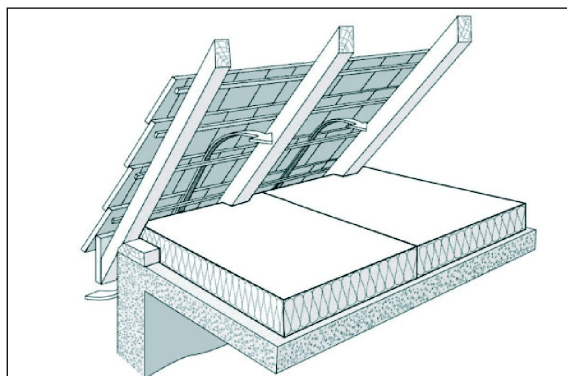


*Figura 32-Estrutura de Suporte da Cobertura*



*Figura 33-Colocação de Isolamento Térmico em Mantas de Lã de Rocha na Laje de Esteira*

Para substituição do isolamento térmico em placas de aglomerado negro foram colocadas mantas de lã de rocha diretamente assentes na laje horizontal da cobertura, Figura 33 e Figura 34. Estas possuem geometria retangular facilitando a sua colocação.



*Figura 34-Aplicação de Isolamento Térmico no Desvão da Cobertura [20]*

Em situações de incompatibilização as mantas devem ser cortadas e ajustadas por forma a assegurar a continuidade do isolamento em função da geometria do local.

Em relação às placas do tipo “sandwich”, primeiro devem ser verificadas as condições e características de suporte das mesmas. Seguidamente procede-se à fixação dos painéis ao suporte por intermédio de elementos em aço inox e juntas estanques. As juntas entre painéis devem ser cobertas por perfis cobre-juntas por forma a garantir a estanquidade da cobertura.

Os remates do sistema de revestimento da cobertura em pontos singulares, nomeadamente cumeeiras, chaminés, platibandas e claraboias devem ser dotados com acessórios próprios do sistema. No presente caso, os acessórios fornecidos são em chapa de zinco soldadas nos pontos singulares na existência de rotações, perpendicularidades ou outras adversidades.

Na subsecção 3.3.4 “Drenagem de águas pluviais” do presente relatório encontram-se ilustrados os pontos singulares invocados no parágrafo anterior.

Uma característica imprescindível das coberturas é a ventilação do desvão. A ventilação do desvão permite a renovação do ar diminuindo a quantidade de vapor de água e a temperatura no mesmo. O efeito resultante é a redução da probabilidade de condensação no tardo das placas inclinadas da cobertura. Para o efeito foram colocados aparelhos de ventilação junto à cumeeira com secção de ventilação equivalente a 1/1000 da área da vertente correspondente (ver Figura 35).



*Figura 35-Aparelho de Ventilação do Desvão*

No presente estágio foram executadas verificações diárias aos trabalhos a decorrer no âmbito da cobertura. Os materiais de recurso das atividades foram também inspecionados por forma a garantir que seriam implementados apenas materiais aprovados pelo D.O.

### 3.3.4 Drenagem de águas pluviais

O dimensionamento de um sistema de drenagem de águas pluviais deve ter em conta vários fatores. O comprometimento da estanquidade tem origem normalmente em pontos singulares. A correta resolução destes pontos requerem acessórios especiais os quais garantem a estanquidade geral. Seguidamente serão ilustrados e explicados os pontos singulares e componentes principais que completam o sistema.

Na subsecção seguinte detalha-se alguns destes pontos singulares desde a cumeeira da cobertura até à ligação com o coletor municipal de águas pluviais.

#### 3.3.4.1 Cumeeira

Posteriormente à colocação dos painéis tipo “sandwich” e por forma a garantir a estanquidade à água de todas as ligações entre o sistema de cobertura procedeu-se à vedação com recurso a poliuretano nos vários remates dos painéis, Figura 36.



*Figura 36-Vedação da Junta entre Águas*



*Figura 37-Rufagem da Cumeeira*

Por forma a proteger o vedante e garantir a rigidez do conjunto face aos elementos atmosféricos foram colocados rufos em chapa de zinco na cumeeira e aparafusados às placas com recurso a parafusos em aço inox, Figura 37.

#### 3.3.4.2 Zonas de remate com elementos emergentes

Os remates dos painéis com elementos emergentes tais como chaminés e claraboias carecem de especial atenção. É necessário garantir o correto funcionamento dos elementos, impedir a acumulação de água assim como o retorno de água para o interior do edifício e ainda ponderar a durabilidade do material e da solução.

O pormenor do remate dos painéis com elementos verticais emergentes com as vertentes inclinadas foi executado como se observa na Figura 38.





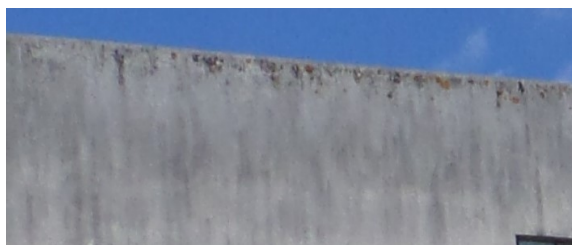
*Figura 38-Pormenor do Remate dos painéis com elementos emergentes*

Após colocação dos painéis tipo “sandwich” foram aparafusadas as chapas de zinco ao elemento vertical que constitui a rufagem. A rufagem sobrepõe até ao rebordo de uma pingadeira e deste intersectam o painel onde perfazem um ângulo de concordância com a inclinação do painel. Seguindo paralelamente ao painel por um comprimento considerável garantindo que não existe entrada de água pelo tardo da chapa de rufagem foi ainda complementado por uma dobra final de fecho do espaço entre o painel e chapa de rufagem. Posteriormente foi aplicada uma camada de reboco disfarçando o pormenor perfazendo um plano de rebordo inferior na pingadeira metálica no elemento emergente.

### ***3.3.4.3 Capeamento e Remate das águas das coberturas com as platibandas***

O remate das águas da cobertura com as platibandas segue o mesmo procedimento utilizado para o remate dos painéis com elementos emergentes como ilustrado na Figura 40.

No plano superior das platibandas foi executado o capeamento. O objetivo deste para as águas pluviais é escoar as águas para a cobertura e simultaneamente afastar as águas da fachada. Em edifícios que não possuam capeamento é costume o aparecimento de escorrimentos e filmes negros, tal como no caso da respetiva urbanização anteriormente à reabilitação (ver Figura 39).



*Figura 39-Escorrimentos nas Fachadas numa fase prévia à Reabilitação*

O capeamento das platibandas foi executado com recurso a chapas em zinco. Este é constituído por vários elementos, nomeadamente, as pingadeiras do lado da fachada, para afastar a água da mesma impedindo que existam escorrimentos na fachada, e do interior para que não hajam infiltrações através da platibanda. A Chapa de topo é inclinada para o interior com um pequeno rebordo ao nível mais alto evitando respingos para a fachada dotada ainda de uma tela pitonada para que não ocorram condensações no tardo da chapa do capeamento (ver Figura 40 e Figura 41).



Figura 40-Capeamento e Remate das Águas com as Platibandas

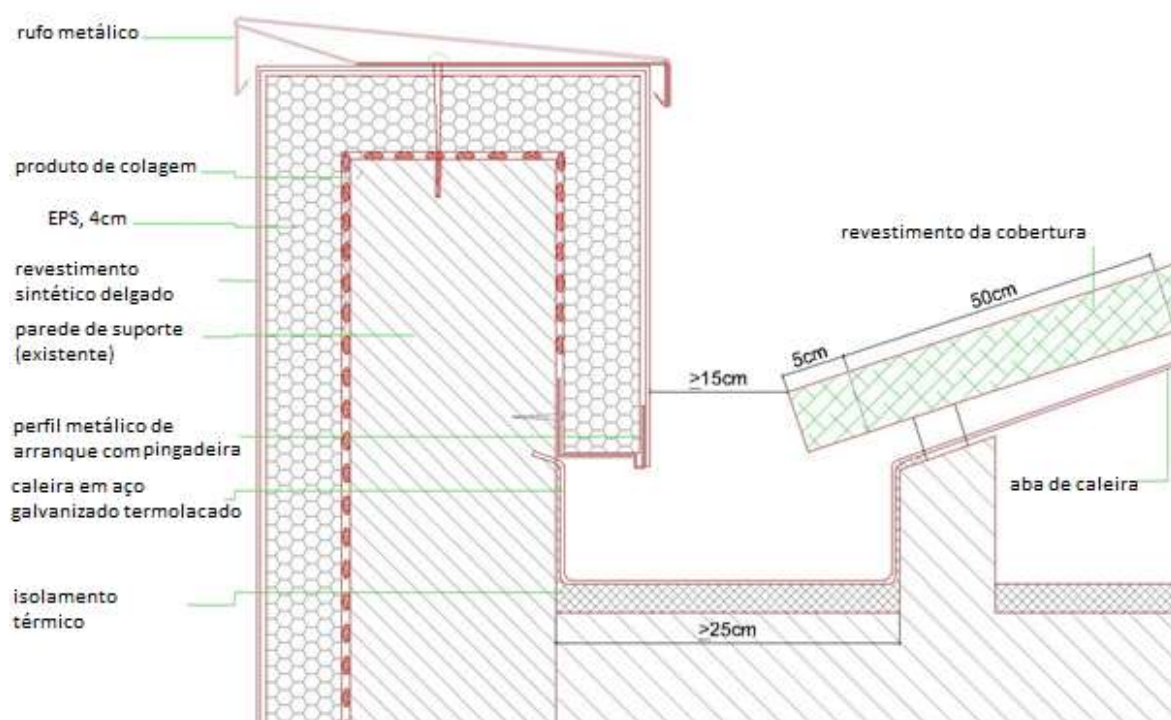


Figura 41-Pormenor de Remate com Platibanda, Caleira Inclusive (Vítor Abrantes, 2015)

### 3.3.4.4 Caleiras nos larós da cobertura

Na zona dos larós de intersecções das águas foram colocadas caleiras em zinco de acordo com a Figura 42.

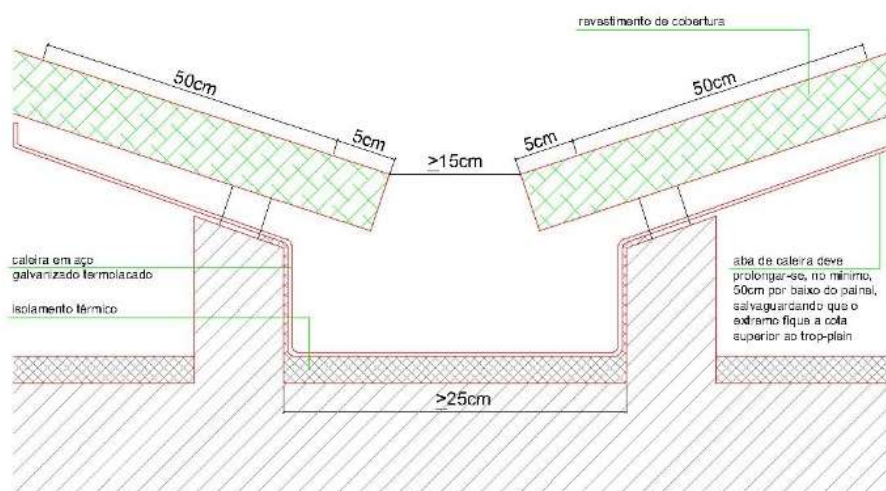


Figura 42-Pormenor de Caleiras das Coberturas (Vitor Abrantes, 2015)

Na Figura 42 é possível observar que aba foi prolongada em ambos os lados por forma a garantir que não existe retorno de água para o desvão da cobertura. O espaçamento de 15 cm entre revestimentos da cobertura foi assim determinado e implementado para haver facilidade de acesso para limpeza dos canais de escoamento.



Figura 43- Espaçamento pré e pós Reabilitação das Coberturas



### 3.3.4.5 Tubos de queda e ligações

O escoamento das águas das caleiras é ligado aos topos dos tubos de queda. Na Figura 44 encontra-se ilustrado um pormenor do tubo de escoamento de águas para situações de entupimento caixa de ligação da caleira ao tubo de queda.



*Figura 44-Tubo Auxiliar de Escamento de Águas Pluviais da Cobertura*



*Figura 45-Bainha Metálica dos Tubos de Queda*

Na base dos tubos de queda foram colocadas bainhas metálicas em aço galvanizado até 2 metros de altura para proteção contra choques diretos ao nível do solo (ver Figura 45).

### 3.3.4.6 Caleira perimetral

Em torno dos edifícios foi executada uma caleira perimetral com recurso a secções semicirculares pré-fabricadas de betão. Esta destina-se a retirar a água que se iria infiltrar no perímetro do edifício. O escoamento das águas dá-se em direção às caixas de areia, assim como os tubos de queda, e destas para a rede municipal de drenagem de águas pluviais. Para evitar situações de obstrução do sistema de drenagem de águas pluviais por arrastamento de sólidos foi colocada uma grelha em aço galvanizado na entrada das caixas de areia, Figura 46.



*Figura 46-Caleira Perimetral*

No projeto foram considerados vários pontos relevantes tais como o desnível observado entre os orifícios de ventilação existentes por forma a garantir que não existe entrada de água proveniente da caleira diretamente para os orifícios. Por forma a garantir o menor transporte possível de sedimentos do talude adjacente para a caleira foram efetuados trabalhos de escavação e aterro garantindo uma

inclinação do terreno no perímetro exterior menor que 1V/2H (V: dimensão vertical; H: dimensão horizontal) (ver Figura 47).

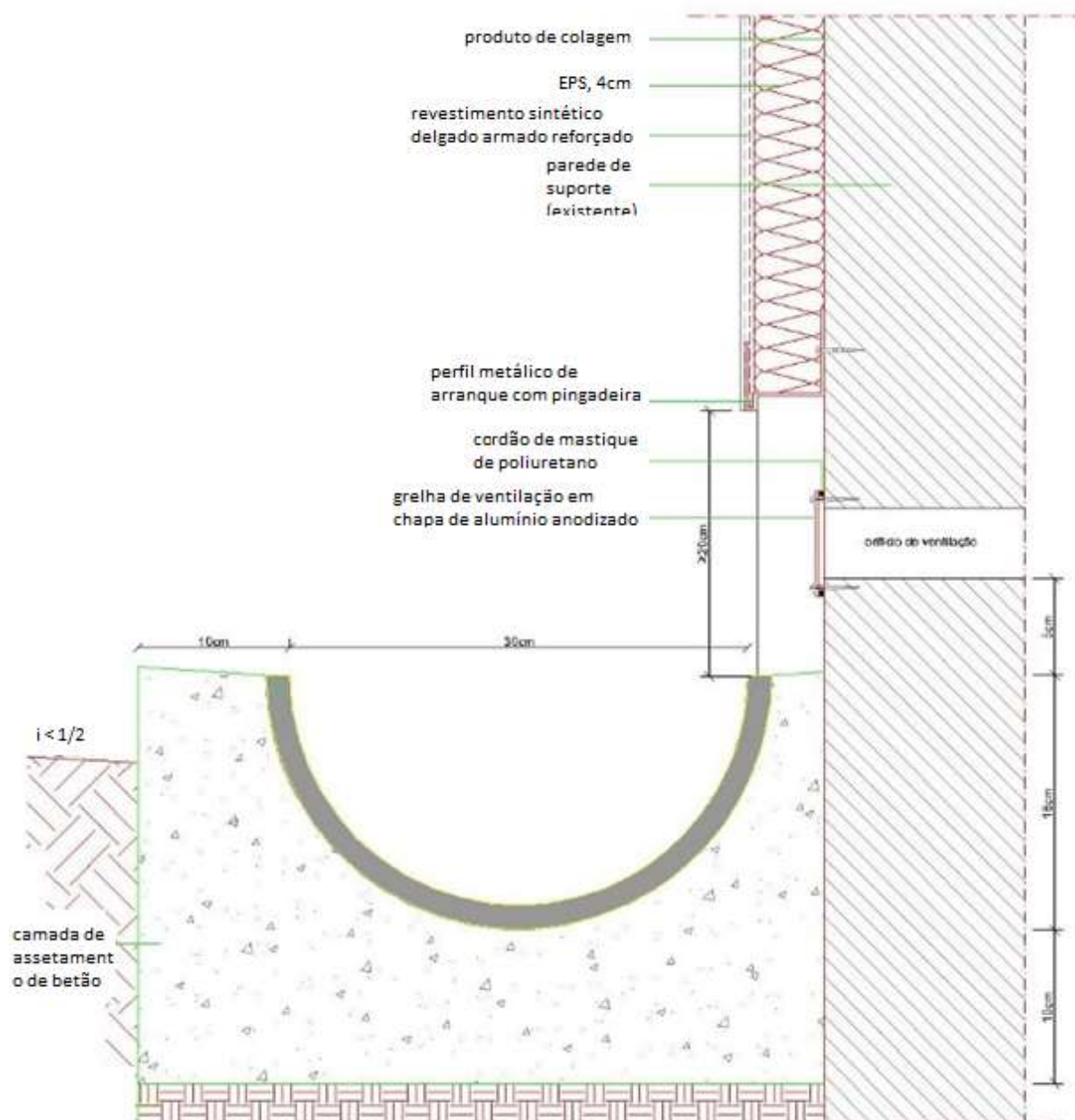


Figura 47-Pormenor de Caleira Perimetral (Vitor Abrantes, 2015)

Para verificação da qualidade dos trabalhos referentes ao sistema de drenagem de águas pluviais foram executados ensaios onde se observa água a percorrer o percurso por forma a garantir o correto escoamento e inclinação da mesma e não existência de infiltrações. Todos os materiais e técnicas implementadas foram verificadas em relação aos materiais/técnicas aprovadas.



## Capítulo 4

Obra nº2 – Reabilitação do Edifício Araújo Porto

Capítulo		pg.
4	Obra nº2 – Reabilitação do Edifício Araújo Porto	39
4.1	Descrição geral do Edifício Araújo Porto	40
4.2	Descrição técnica dos pormenores de construção do Edifício Araújo Porto	41
4.2.1	Pavimentos e estruturas de suporte	42
4.2.1.1	Soalho de madeira	42
4.2.1.2	Pavimento revestido por marmorite ou mosaicos	45
4.2.1.3	Estrutura de suporte em madeira	47
4.2.1.4	Lajes de perfis metálicos com abobadilhas de tijolo maciço	53
4.2.1.5	Lajes aligeiradas	54
4.2.1.6	Pavimento de regularização de betonilha	55
4.2.2	Paredes Interiores e Exteriores	55
4.2.2.1	Paredes de tabique	55
4.2.2.2	Paredes resistentes em granito e revestimento de fachada	59
4.2.3	Coberturas	64
4.2.3.1	Cobertura inclinada em madeira	64
4.2.3.2	Cobertura sobre abóbada	68
4.2.4	Pormenores construtivos e decorativos	70
4.2.4.1	Rodapés	70
4.2.4.2	Marmoreado	71
4.2.4.3	Tetos em estuque	73



## 4 OBRA Nº2 – REABILITAÇÃO DO EDIFÍCIO ARAÚJO PORTO



*Figura 48-Edifício Araújo Porto*

A segunda obra trata-se de um caso de reabilitação do antigo edificado no Porto, Figura 48. No presente capítulo apresenta-se uma descrição geral do edifício seguida de uma apresentação das várias anomalias encontradas assim como as respetivas soluções construtivas adotadas ou a adotar. Esta empreitada envolve várias intervenções relativamente a estruturas de madeira, as quais serão descritas com maior detalhe.

Quando relevante será introduzido no corpo de texto o enquadramento do estágio na fiscalização da implementação das soluções adotadas.

#### 4.1 DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO ARAÚJO PORTO

O Edifício Araújo Porto localiza-se na Rua Joaquim Vasconcelos, nº55 no Porto, Figura 49.

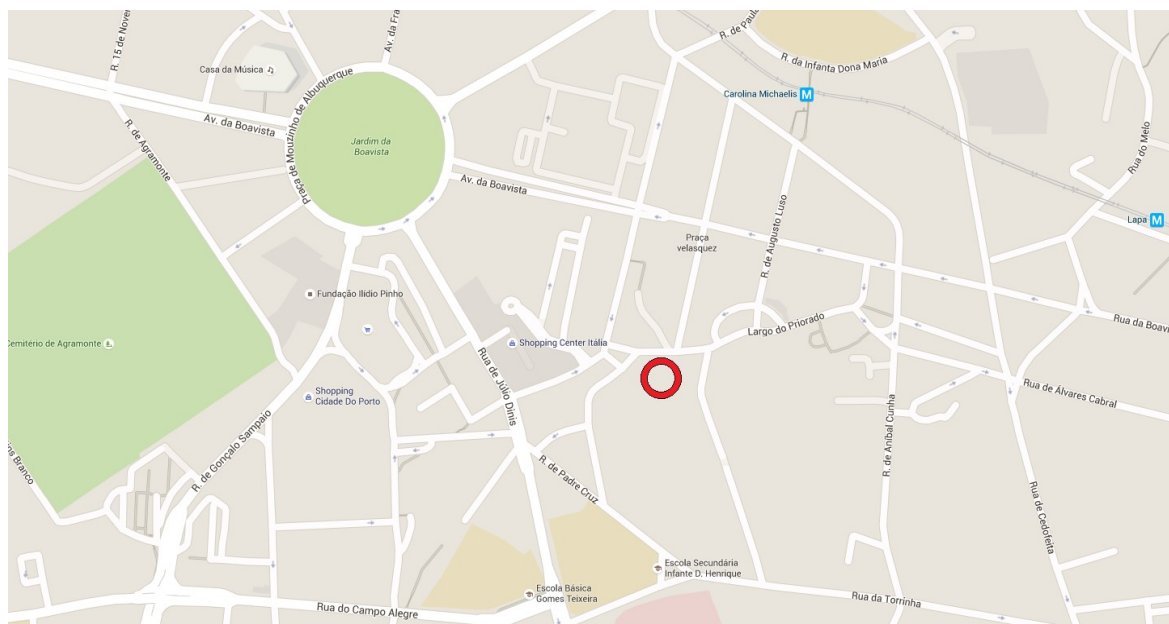


Figura 49-Localização do Edifício Araújo Porto (Google Maps)

O edifício em questão apresenta uma tipologia construtiva tradicional para a época em que foi construído com elementos do tipo: fachadas em alvenaria de pedra, pavimentos de madeira, paredes interiores em tabique e tetos executados em estuque. No momento o edifício principal possui 4 andares e uma área total de, aproximadamente, 1950 m<sup>2</sup>.

Anexo ao edifício principal encontra-se um pavilhão recreativo recente e no pátio exterior traseiro existia um campo desportivo. O capítulo 4 trata apenas do edifício principal, trata-se do edifício de maiores dimensões na Figura 50.



Figura 50-IAP (Instituto Araújo Porto) (Google Maps)

Inicialmente com uma utilização familiar, o edifício sofreu alterações construtivas na década de 90 do século XIX, com o intuito de servir como estabelecimento de ensino. No dia 26 de Fevereiro de 1893

decorreu a inauguração do Instituto Araújo Porto, um estabelecimento de ensino que visava acolher e educar crianças surdas-mudas.

Em 2008, com as políticas de inclusão educativa, as crianças surdas-mudas passaram a frequentar as escolas de ensino regular, sendo que desde a respetiva data, o IAP (Instituto Araújo Porto) deixou de ter essa valência. Durante os anos de funcionamento do instituto foram realizadas diversas obras de ampliação e conservação da estrutura, as quais introduziram elementos do presente tais como o betão armado.

Na presente época, a SCMP (Santa Casa da Misericórdia do Porto) deu resposta a um programa de própria autoria ao reabilitar e reconverter o imóvel na futura sede da SCMP.

Em termos construtivos é relevante expor as sequências construtivas ao longo do tempo de vida do Edifício Araújo Porto. Aquando da utilização familiar do mesmo, este apenas possuía 3 pisos e o edifício central. Em obra é possível notar as intervenções sucessivas devido à diversidade de metodologias construtivas. Posteriormente quando servia funções como estabelecimento de ensino foram adicionados 1 piso e um anexo de paredes partilhadas com uso de “betão armado”, o qual será explicado ao longo do presente documento.

---

## 4.2 DESCRIÇÃO TÉCNICA DOS PORMENORES DE CONSTRUÇÃO DO EDIFÍCIO ARAÚJO PORTO

---

Esta obra apresenta uma grande complexidade a nível de soluções construtivas e decorativas encontradas ou adotadas durante a intervenção. Assim sendo, foi adotada uma estrutura no presente documento que segue uma sequência construtiva onde são descritos os elementos construtivos e decorativos por grupos, como se refere mais abaixo. Mais se adianta que devido à excecionalidade e quantidade de pormenores encontrados durante a reabilitação das estruturas e elementos em madeira, no presente capítulo será dada maior ênfase a este tema. Todas as outras metodologias encontradas ou implementadas serão apresentadas de forma mais resumida. O vasto registo fotográfico apresentado no presente documento encontra-se em maiores dimensões, e numerado de acordo com o mesmo, no Anexo III.

Serão abordados os seguintes elementos construtivos:

- Pavimentos e estruturas de suporte;
- Paredes interiores e exteriores;
- Coberturas;
- Outros pormenores construtivos e decorativos.

Para cada tópico adotou-se a seguinte sequência lógica: (I) descrição do existente, uma apresentação das (II) anomalias e pormenores técnicos relevantes, e (III) soluções de intervenção na respetiva empreitada. No fim de cada conjunto de tópicos no mesmo contexto segue-se um resumo do (IV) envolvimento durante o estágio em apreço.

#### 4.2.1 Pavimentos e estruturas de suporte

---

Nesta subsecção serão descritos tipos de pavimentos encontrados no edifício principal.

##### 4.2.1.1 *Soalho de madeira*

###### I Descrição do Existente

O soalho em madeira existente no edifício principal provém de madeira de pinho. Este é constituído por réguas com 2 m por 12 cm de área e 22mm de espessura. No presente caso, o soalho foi encontrado no geral em boas condições nos compartimentos apresentando maior desgaste de uso normal nas zonas de passagem, Figura 51.



*Figura 51-Soalho Existente*

O soalho constitui uma parte importante no pavimento devido à sua participação na distribuição de esforços e deformações nos pavimentos, constituindo também uma primeira parte estrutural na resistência aos esforços atuantes no pavimento que poderá apresentar maior desgaste devido ao seu uso direto constante.

###### II Anomalias e Pormenores Técnicos

A madeira é um material de origem natural e por esse motivo possui especificidades próprias que implicam que os problemas, genericamente, se podem associar ao facto do material possuir origem orgânica. [26]

No presente caso o soalho, existente apresentava desgaste e envelhecimento agravado pela humidade, ação dos raios solares. Assim sendo cerca de 50 % da respetiva área a melhor solução a adotar, e adotada, foi a remoção geral do soalho e aplicação de um novo.

Em alguns casos, nomeadamente numa sala multimédia usada para arquivos, uma sala bastante húmida e sem entrada de luz solar, o soalho apresentava um estado de degradação maior do que o encontrado no edifício em geral. É possível verificar o ataque biológico de insetos através dos pequenos orifícios encontrados na madeira. Também no processo de laminação do soalho, este desfazia-se facilmente indiciando o seu avançado estado de degradação (ver Figura 52).





*Figura 52-Estado de degradação da madeira do soalho*

### III Soluções de Intervenção

Na presente empreitada o soalho foi reaproveitado ou substituído quando necessário. No caso do reaproveitamento a mesma foi lixada para se poder aplicar verniz de cera o qual providencia uma nova camada de desgaste como se observa na Figura 53.



*Figura 53-Tratamento do Soalho a Manter*

Nos casos em que houve a completa substituição do pavimento foram implementadas régua em madeira de pinho bravo, tratado em autoclave<sup>1</sup>.

A ordem de trabalhos desenvolvidos teve início na limpeza da estrutura de suporte em madeira. Este tratamento será explicado na subsecção 4.2.1.3 na parte “III Soluções de Intervenção”.

Seguidamente, foi aferida a cota do pavimento com as soleiras e rodapés ao estender um fio de prumo esticado na horizontal. Este auxiliou a colocação do ripado em madeira de pinho, Figura 54.

---

<sup>1</sup> Autoclave – Trata-se de um procedimento, no caso, com o uso de tanques de grandes dimensões utilizados para esterilizar materiais através da inserção de vapor a altas pressões no interior do aparelho.



*Figura 54-Cota de Base das Réguas do Soalho*

De seguida foi aplicado o tratamento de madeiras contra ataque biológico. No topo do ripado de assentamento do soalho foram colocadas bandas de polietileno com 5 mm de espessura por forma a reduzir a propagação do som através de meios sólidos entre pisos e compartimentos conforme a Figura 55.



*Figura 55-Bandas de Neoprene*

No topo das bandas de absorção foi finalmente colocado o soalho de réguas em madeira de pinho bravo de 22mm de espessura sequencialmente encaixadas. A fixação foi executada de modo oculto no encaixe macho das réguas com pregos de aço inox, como se ilustra na Figura 56.



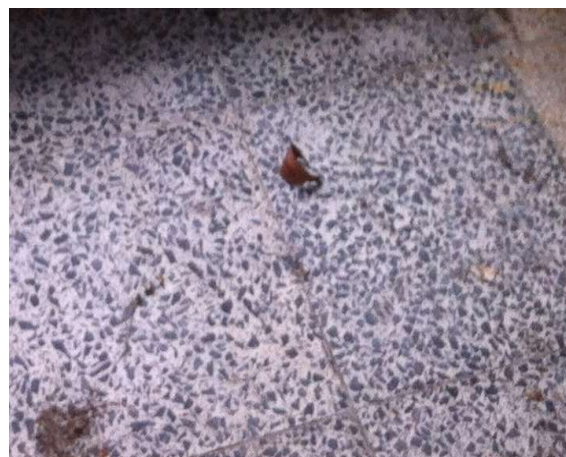
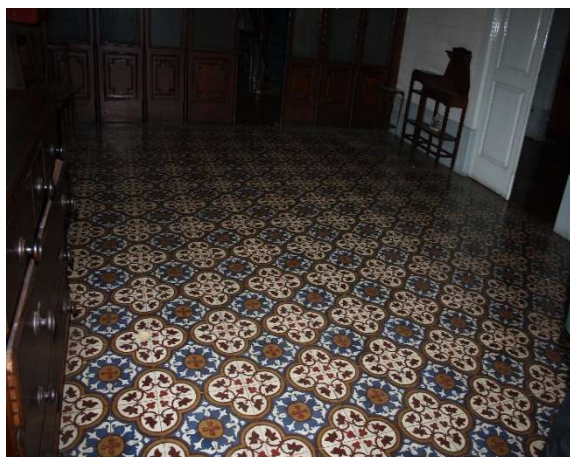
*Figura 56-Fixação Mecânica do Soalho*

Para concluir, todos os pavimentos novos foram cuidadosamente lixados por meio mecânico e aplicada uma demão de tapa poros. As juntas foram betumadas e aplicado um verniz, incluindo lixagem leve e duas demãos.

#### *4.2.1.2 Pavimento revestido por marmorite ou mosaicos*

##### I Descrição do Existente

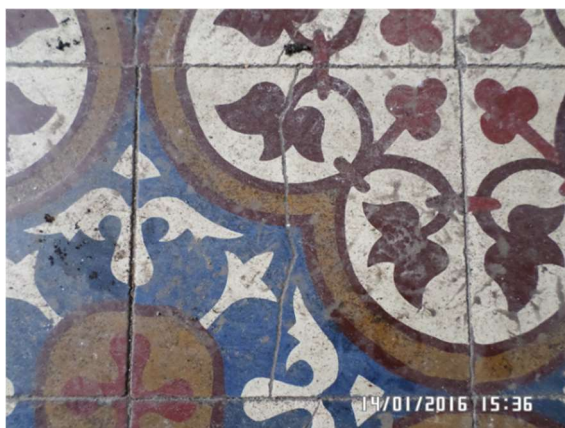
A maior parte do pavimento do edifício é constituído por soalho em madeira, no entanto, existem algumas áreas revestidas por marmorite ou mosaicos, Figura 57. São exemplos a laje do último piso, a laje colaborante de betão e madeira entre os pisos números 2 e 3 e pisos térreos.



*Figura 57-Mosaicos no Átrio (esquerda) e Marmorite (direita)*

##### II Anomalias e Pormenores Técnicos

Este pavimento é relativamente recente, logo apresenta poucas anomalias. As anomalias observadas foram pequenas fissurações e zonas desgastadas devido ao uso ordinário como se observa na Figura 58.



*Figura 58-Fissuração de Mosaicos*

### III Soluções de Intervenção

No caso deste tipo de pavimentos foi aplicada uma argamassa autonivelante na totalidade do pavimento. Como acabamentos foram adotadas duas soluções: uma resina epóxi, que é um plástico termofixo<sup>2</sup> que endurece quando adicionado agente catalisador, e um produto à base de cera acrílica, que apresenta um aspeto do tipo do pavimento de um pavilhão desportivo, Figura 59.



*Figura 59-Argamassa autonivelante*

---

<sup>2</sup> Plástico termofixo: Polímeros artificiais cuja rigidez não difere com alterações de temperatura impostas.



Em relação às **estruturas de suporte** dos pavimentos descritos foram encontrados 4 tipos:

- Estrutura de suporte em madeira;
- Lajes de perfis metálicos com abobadilhas de tijolo maciço;
- Lajes aligeiradas;
- Pavimento regularizado com betonilha.

#### 4.2.1.3 Estrutura de suporte em madeira

##### I Descrição do Existente

A estrutura de suporte em madeira existente no edifício consiste em vigas de secção circular de madeira de castanho. Os diâmetros das vigas variam em média entre os 20 e os 25 cm espaçadas de cerca de 50 cm. Estas, por sua vez, encontram-se tarugadas<sup>3</sup>, como se ilustra na Figura 60.



*Figura 60-Vigamento e Tarugos do Pavimento Existente*



*Figura 61-Vigas de secção retangular*

Existem também vigas com secções retangulares no coro-alto no interior da capela, normalmente resultado de intervenções efetuadas a partir do século XX, Figura 61.

##### II Anomalias e Pormenores Técnicos

Este tipo de estruturas em madeira apresenta pormenores que garantem a integridade e continuidade estrutural da mesma. Tratam-se de soluções eficientes aplicadas numa conjuntura temporal em que não havia cálculo estrutural avançado, e por isso tomam um valor acrescido em relação às soluções modernas adotadas.

---

<sup>3</sup> Tarugos: Elemento transversal de madeira colocado entre vigas com o objetivo de evitar deslocamentos laterais.

No que toca à estrutura de suporte do pavimento em madeira, existem alguns pormenores importantes, nomeadamente:

O pormenor do vigamento na zona dos vãos tem como objetivo não carregar os mesmos. Por forma a contornar a falta de apoio, a metodologia adotada em todo o edifício foi a implementação de uma viga transversal no topo dos vãos, intersectando as vigas longitudinais. Desta forma, o esforço descarregado nas vigas longitudinais por cima do vão transferem o esforço para a viga transversal e desta para as vigas longitudinais fora da área de influência do vão, como se ilustra na Figura 62.



*Figura 62-Vigamento em vãos*

Normalmente a degradação das vigas em madeira dá-se nas entregas, visto estas se encontrarem expostas às condições de humidade e temperatura a que as paredes resistentes exteriores as condicionam. A solução encontrada nestes casos foi a colocação de um betuminoso à base de alcatrão revestindo os apoios com uma membrana impermeabilizante (ver Figura 63, zona a preto).



*Figura 63-Impermeabilização nos Apoios do Vigamento*

O fato de usar vigamento de secção circular variável criou, em alguns casos, incompatibilidades relacionadas com o nivelamento do pavimento. Por forma a colmatar este problema foram introduzidos calços em madeira nas entregas, como se ilustra na Figura 64.



*Figura 64-Nivelamento da Estrutura de Madeira*



*Figura 65-Gateiras de Ventilação do Desvão entre o Pavimento e o Solo (exterior)*

O bom estado de conservação das madeiras no geral deve-se em grande parte à renovação do ar no perímetro dos elementos em questão. Nesse sentido, o edifício é dotado de várias gateiras nas fachadas adjacentes a pavimentos que possuam desvão em contato com o solo (ver Figura 65 e Figura 66). Este tipo de medidas tornou possível o reaproveitamento, quase na totalidade, da estrutura em madeira existente, comprovando o seu funcionamento.



*Figura 66- Gateiras de Ventilação do Desvão entre o Pavimento e o Solo (interior)*

### III Soluções de Intervenção

Na presente empreitada foram implementadas várias soluções a nível de estabilidade, reabilitação e conservação das várias estruturas em madeira existentes no edifício.

Um problema significativo dos pavimentos de madeira é a sua vibração, pois estes tipos de estrutura são leves e flexíveis. A vibração é uma das causas de desconforto na utilização deste tipo de pavimentos, podendo chegar a gerar uma sensação de insegurança derivado do simples andar de uma pessoa. [33]

A verificação do estado limite de vibração de um pavimento em madeira encontra-se na secção 7 do Eurocódigo 5 – parte 1.1. As regras seguidamente demonstradas são aplicáveis a pavimentos com frequência fundamental superior a 8 Hz. Para pavimentos com frequência inferior a 8 Hz, o risco de ressonância aumenta devendo-se realizar um estudo mais rigoroso.

O EC5 impõe duas condições. A primeira consiste no objetivo de suprimir os movimentos devido a componentes de baixa frequência, ou seja, inferior a 8 Hz.

$$\frac{w}{F} \leq a \quad (3)$$

Em que:

$W$  - Deslocamento instantâneo máximo (mm)

$F$  - Força concentrada vertical (kN)

A segunda condição consiste em limitar o valor de pico da velocidade de resposta a um impulso tal como o impacto de uma passada de uma pessoa no pavimento.

$$v \leq b(f^1 \xi - 1) \quad (4)$$

Em que:

$V$  - Velocidade de resposta devido a um impulso unitário (1 Ns)

$f1$  - Frequência fundamental do pavimento (Hz)

$\xi$  - Coeficiente de amortecimento modal

Os parâmetros  $a$  e  $b$  (Figura 67) são valores limite aconselhados para cada parâmetro. Em suma, a relação entre estes parâmetros, determina a necessidade de reforço estrutural ou de estudos mais rigorosos.

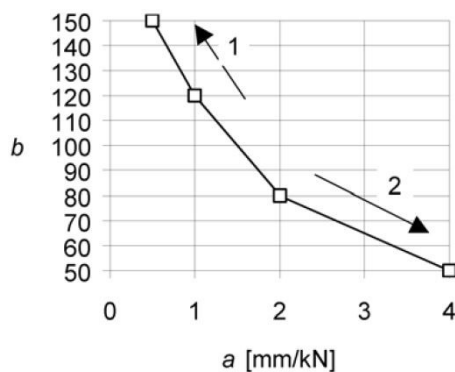


Figura 67-Relação Entre os Parâmetros  $a$  e  $b$  (EN 1995-1-1:2004)

Nesse sentido foram colocadas vigas de madeira reaproveitadas a meio-vão em todas as estruturas dos pisos térreos em madeira, reduzindo assim o vão a metade, influenciando, por exemplo, a velocidade de resposta de um impulso unitário por forma a cumprir as condições impostas (ver Figura 68).





*Figura 68-Reforço a meio-vão da estrutura de suporte dos pavimentos térreos*

As verificações, das quais resultou a solução implementada, não foram pormenorizadas pois não se enquadram no âmbito do presente relatório nem na função exercida como estagiário engenheiro fiscal.

Nas zonas da estrutura afetada por ataques de térmitas foi aplicado um tratamento específico para diminuição deste agente biótico. Para definir se as vigas necessitavam de ser substituídas foi necessário aferir a profundidade dos ataques biológicos com recurso a escova de aço e enxó, Figura 69. A conclusão foi que no geral não foi necessária a substituição das vigas pois estas encontravam-se num ótimo estado de conservação. Posteriormente e depois de aspirado os excedentes foi aplicado um produto imunizante, por aspersão e trincha do tipo Xilofene, conforme Figura 70. Este produto serve para a desinfestação e prevenção contra insetos e fungos xilófagos no futuro.



*Figura 69-Remoção das Secções Degradadas sujeitadas a Ataques Biológicos*



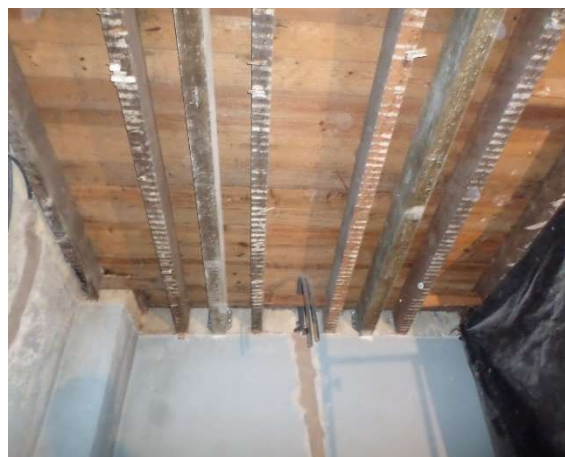
*Figura 70-Tratamento da Madeira por Aspersão de Xilofene*

A estrutura de suporte em madeira não sofreu qualquer alteração estrutural à parte do piso térreo pois a estrutura possui resistência superior à necessária para cargas referentes ao novo tipo de uso que são os escritórios. Apenas foi necessário reforçar o coro-alto da capela por questões de segurança acrescida, Figura 71 e Figura 72.



*Figura 71-Estrutura de Suporte do Coro-Alto na Capela*

Neste caso, as vigas encontradas não são nem do mesmo tipo de madeira nem possuem a mesma secção que o resto do edifício. Assim sendo, segundo o estudo prévio do “NCREP - Consultoria em Reabilitação do Edificado e Património, Lda”, foi necessário o reforço estrutural da estrutura através da implementação de vigas de madeira de pinho de secção 10x22 cm<sup>2</sup>, colocadas alternadamente entre as vigas existentes. Estas foram sujeitas a um tratamento prévio de duplo vácuo protegendo-as contra agentes bióticos.



*Figura 72-Colocação de vigas novas no suporte do coro-alto*

As fixações das vigas novas em pinho foram apoiadas de um lado num suporte em aço fixado à parede e do outro assentadas num calço em madeira no topo do banzo inferior de uma viga metálica existente (ver Figura 73).



*Figura 73-Fixação metálica dos elementos de reforço em madeira*

#### **4.2.1.4 Lajes de perfis metálicos com abobadilhas de tijolo maciço**

##### **I Descrição do Existente**

Localizada no piso inferior ao piso da entrada principal encontra-se uma laje em abobadilhas de tijolo maciço. O método construtivo utilizado na construção é relativamente recente, pois é uma combinação entre o uso de tijolo como abobadilha de enchimento entre perfis metálicos, conforme a Figura 74.



*Figura 74-Abobadilhas em tijolo Maciço com Vigamento Metálico*

##### **II Anomalias e Pormenores Técnicos**

Existiam descolorações da pintura derivadas da condensação no tardo da estrutura. A estrutura em si não apresentava anomalias estruturais pelo que apenas foi necessário aplicar o acabamento.

##### **III Soluções de Intervenção**

O acabamento é constituído por uma camada de pintura à base de cal e uma segunda camada pintura de esmalte. Apesar da estrutura não apresentar mau estado de conservação havia alguns pontos onde foi necessário tratar as superfícies metálicas com a aplicação de uma tinta anticorrosiva.



#### 4.2.1.5 Lajes aligeiradas

##### I Descrição do Existente

Como já referido anteriormente o edifício no início apenas possuía dois pisos. Numa das intervenções sofridas previamente à presente empreitada foi adicionado um corpo, como alongamento do edifício principal, e posteriormente, um novo piso, completando o edifício atual.

##### II Anomalias e Pormenores Técnicos

A anterior laje de cobertura do edifício principal era em madeira, a qual foi demolida e construída uma laje aligeirada de betão armado e tijolos (ver Figura 75, esquerda). Da adição do novo piso, no edifício de alongamento, foram sobrepostas duas lajes, a existente, sendo esta uma laje aligeirada de vigotas pré-esforçadas, e a laje mais recente, sendo esta uma laje aligeirada de betão armado e tijolos (ver Figura 75, direita). As duas lajes sobrepostas encontram-se separadas por uma argamassa de compatibilização para que seja possível a transmissão de esforços.



*Figura 75- Lajes Aligeiradas*

##### III Soluções de Intervenção

Para além da demolição das lajes para passagem da caixa de elevador e de escadas, a estrutura não apresentava anomalias pelo que apenas foram aplicados os acabamentos no pavimento e teto das respetivas lajes.



#### 4.2.1.6 Pavimento de regularização de betonilha

##### I Descrição do Existente

No piso inferior ao piso de referência ao nível do solo existia uma regularização do mesmo com brita e betonilha aditivada com pigmento de cor, Figura 76. Esta solução revelou-se eficaz pela falta de anomalias encontradas, o que se deve em grande parte à rigidez do respetivo solo.



*Figura 76-Pavimento de Regularização de Betonilha*

##### III Soluções de Intervenção

A intervenção foi reduzida, sendo apenas aplicado um tratamento com talocha mecânica na face do pavimento.

##### IV Envolvimento

A monitorização das tarefas associadas, no âmbito da garantia de qualidade exigida pelo D.O., foi constante e rigorosa por forma a assegurar que o implementado cumpria o projetado. Todos os pormenores técnicos associados foram consultados no caderno de encargos e desenhos técnicos.

Toda a atividade de execução, conservação, reposição ou remoção de materiais foi produzido através da monitorização diária onde foram encontrados erros de execução e solicitada a correta execução por forma a garantir a qualidade exigida à intervenção.

#### 4.2.2 Paredes Interiores e Exteriores

Nesta subsecção serão objeto de análise os tipos de parede existentes no edifício. Será dada, no entanto, maior ênfase às paredes de tabique por demonstrarem a técnica construtiva mais antiga com recurso a madeira.

##### 4.2.2.1 Paredes de tabique

##### I Descrição do Existente

O tabique, ou taipa de pau a pique, é feito geralmente com terra muito argilosa, misturada com palha ou outras fibras vegetais locais utilizadas como enchimento de estruturas de suporte, geralmente em madeira. A argamassa é aplicada sobre ripas de madeira entrançadas ou pregadas, ou enroladas à volta de varetas, confinada entre os pilares, na ossatura da construção. Esta técnica é muito antiga e já foi referida como tradicional na construção de habitação em Portugal, antes do século XVII. [27]

No caso do edifício Araújo Porto a madeira utilizada foi de pinheiro bravo. As ripas espaçadas de 4 cm apresentam secção trapezoidal de dimensões variáveis cumprindo em média o ilustrado na Figura 77.



*Figura 77- Ripado de uma Parede de Tabique*

O ripado, por sua vez, encontra-se fixado à estrutura principal das paredes. A estrutura principal é constituída por pranchas de madeira aproximadamente de secção 15 x 4 cm de espessura. No presente caso existem paredes simples de duplo pano de pranchado e paredes duplas de duplo pano pranchado.

As paredes simples de duplo pano são constituídas por duas fiadas de pranchas de madeira fixadas conjuntamente através de pregagem, como se observa na Figura 78.



*Figura 78-Parede Simples de Tabique com Duplo Pano*

As pranchas foram dispostas na vertical (prumos) e na diagonal (prumos inclinados) por forma a aumentar a resistência do conjunto. Apesar das paredes em tabique serem compartimentação interna, estas possuem também uma função estrutural indireta na medida em que impedem a deformação dos pisos diretamente apoiados nas mesmas.

No caso do edifício Araújo Porto existem paredes duplas de duplo pano, são estas idênticas às simples de duplo pano, mas em duas camadas, com a vantagem técnica de possuírem uma caixa de ar entre pranchas, como se ilustra na Figura 79.



*Figura 79-Parede de Tabique Dupla de Duplo Pano*

Este tipo de paredes não apresentam deformações relevantes, no entanto, estas são dotadas de um elemento de apoio dos panos. É este o frechal (ver Figura 80). Trata-se de um elemento em madeira de secção semelhante à das pranchas disposto na horizontal e apoiado em pequenos prumos (ver Figura 81), que normalmente apoiam nas paredes estruturais em granito. Os panos encontram-se a maioria das vezes apoiados nos frechais havendo, no entanto, casos em que o apoio é no próprio pavimento.



*Figura 80-Frechal*



*Figura 81-Prumo*



As tipologias e denominações variam de edifício para edifício e principalmente de zona para zona. As paredes em tabique presentes neste edifício são de especial devido à excecionalidade que apresentam nos aspetos técnicos. Normalmente, as paredes de tabique apenas possuem um pano e os próprios prumos podem nem sempre apresentar uma secção uniforme e eixo linear (ver Figura 82).

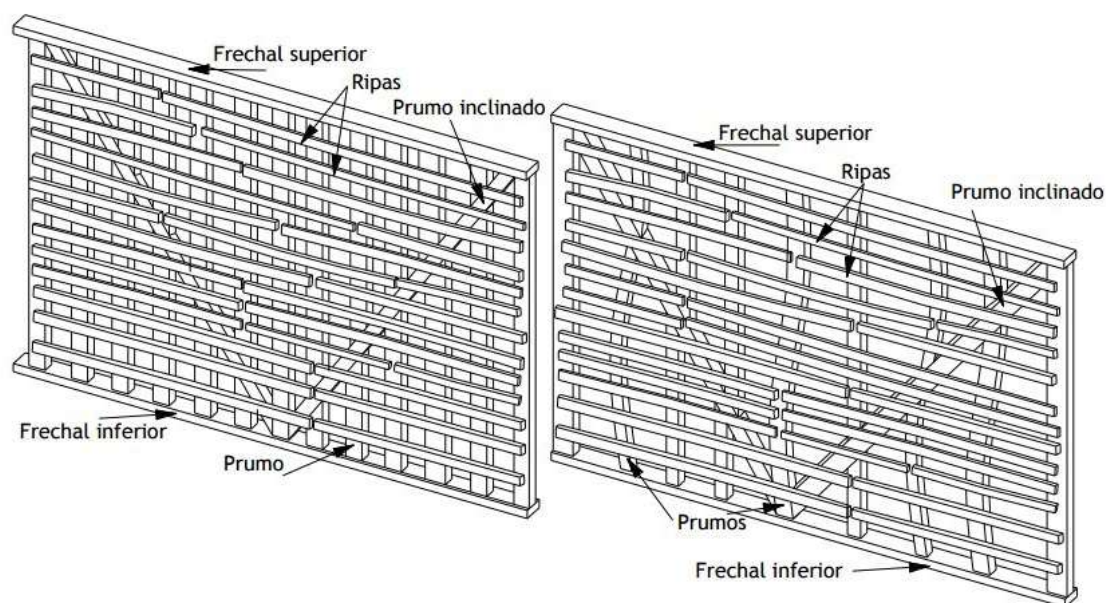


Figura 82-Paredes de Tabique de Pano Único com contraventamento[29]

Uma estrutura de composição uniforme (ver Figura 83) apresenta no caso uma maior resistência e consequente durabilidade quando utilizada a mesma quantidade de material. No entanto, o uso dos prumos inclinados para contraventamento poderá resultar também no aumento da resistência estrutural.

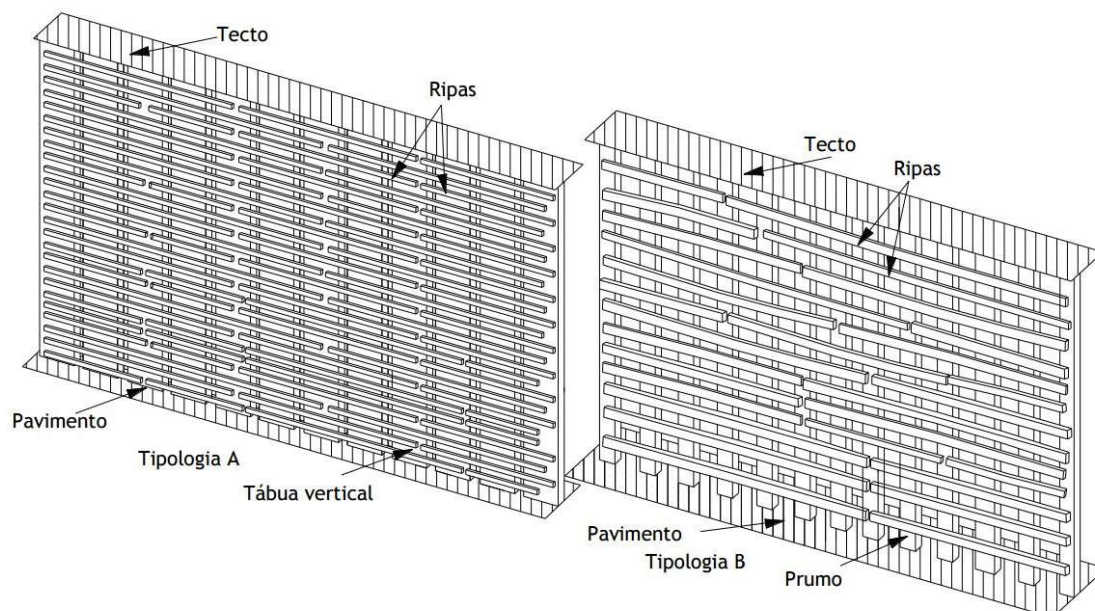


Figura 83-Paredes em Tabique de prumos[29]

No caso das paredes em tabique de parede dupla de duplo pano de pranchado existentes no edifício Araújo Porto é possível concluir que apresentam uma resistência elevada quando comparada com a parede em tabique mais comum, assim como uma técnica construtiva acima do normal.

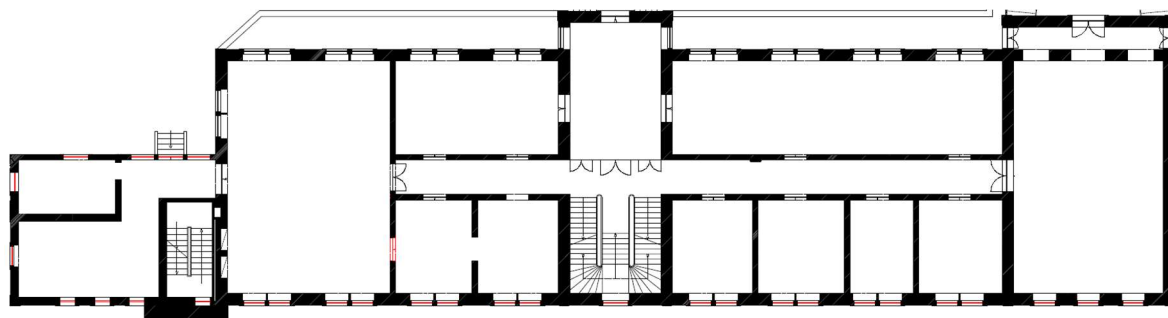
### III Soluções de Intervenção

Notou-se uma boa qualidade de construção das paredes de tabique, pelo que as intervenções nas mesmas foram apenas de abertura de vãos interiores e aplicação de revestimentos.

#### *4.2.2.2 Paredes resistentes em granito e revestimento de fachada*

##### I Descrição do Existente

A estrutura vertical resistente do edifício é constituída por paredes de alvenaria de pedra argamassada. Trata-se de uma alvenaria em granito de espessuras variáveis entre os 30 cm, do 1º piso ao último piso elevado, e os 50 cm ao nível do piso térreo. A secção de maiores dimensões ao nível do rés-do-chão deve-se à capacidade resistente necessária para suportar as cargas aplicadas resultantes das paredes apoiadas, Figura 84. A argamassa das juntas de assentamento tem espessura variável entre os 0.5 cm e os 8 cm, coloração acinzentada e desempenha funções de assentamento e enchimento. Conjuntamente encontram-se vários calços resultante do assentamento de pequenos fragmentos de pedra (ver Figura 85) apresentando um preenchimento mais heterogéneo no piso térreo e mais uniforme nos restantes pisos. [34]



*Figura 84-Planta do 1º piso elevado*



*Figura 85-Alvenaria de granito do piso térreo*

A própria fachada exibe algumas estruturas de granito. As cantarias de pedra esculpida e outros pormenores apresentam algum detalhe, assinalando a nobreza do edifício.

Na Figura 86 e Figura 87 é possível observar um avultado conjunto de pormenores como cunhais, vergas, aduelas, consolas e outros.



*Figura 86-Pormenores Decorativos da Pedra Trabalhada na Fachada*



*Figura 87-Cantaria em Granito*

Um pormenor técnico localizado em ambas as faces das paredes de fachada é a impermeabilização constituída por um betuminoso à base de alcatrão, conforme a Figura 88. Esta impermeabilização



provou-se eficaz pela ausência de anomalias no interior do edifício e o geral bom estado de conservação de todas as alvenarias em granito.



*Figura 88-Impermeabilização de Paredes de Granito*

## II Anomalias e Pormenores Técnicos

Apesar do bom estado de conservação aparente, existiam algumas anomalias derivadas da falta de manutenção e exposição aos elementos naturais, tais como escoamento de águas pluviais, exposição solar e variações higrótérmicas.

Algumas cantarias apresentavam reparações pontuais com uso de argamassa de cimento, secções danificadas, fissurações ao nível de pormenores e algumas fendas principalmente em zonas de escoamento de águas pluviais no reboco existente nas fachadas (ver Figura 90, esquerda). Para além de zonas danificadas é possível observar o ataque biológico existente resultante da falta de manutenção e porosidade da pedra (ver Figura 86) assim como alguma sujidade e incrustações nas cantarias deste tipo, Figura 89.



*Figura 89-Incrustações nas cantarias*

## III Soluções de Intervenção

Em suma, existiam várias anomalias mecânicas tais como: fissurações, fendas, excesso de argamassa nas juntas entre outras anomalias, acompanhadas de musgos, colonizações biológicas e acumulação de sujidade.

O tratamento passou pela análise de cada problema e pela respetiva resolução com uma técnica específica apropriada a cada tipo de anomalia.

A primeira ordem de trabalhos passou pela limpeza geral de todos os elementos de cantaria, nomeadamente, degraus de escadas, guarnições de portas e outros relevos na superfície dos alçados exteriores em granito com recurso a jato de água.

A colmatação de fendas nas fachadas foi executada através da remoção do reboco adjacente por meio manual, colocação de argamassa específica para restauro à base de cal hidráulica, de baixo teor de sais solúveis, ligeiramente expansiva, a fim de evitar o surgimento de fendas capilares durante o processo de secagem promovendo a compatibilização com o existente. Para fendas superiores a 2 mm ou casos especiais de exposição, foram aplicadas redes de fibra de vidro embebidas na argamassa de forma a fortalecer a solução implementada.



*Figura 90-Tratamento de Fissuras nas Fachadas*

As superfícies que continham musgos ou colonizações biológicas foram escovadas com recurso a escovas de nylon com prévia molhagem da pedra.

Todas as zonas de granito fragilizadas com destacamento de fragmentos foram devidamente limpas, e aplicada resina acrílica reversível nas superfícies de contacto das colagens. As zonas fissuradas foram grampeadas e cobertas com recurso a argamassa permeável ao vapor, com baixo teor de sais solúveis, com resistência mecânica inferior à da pedra e módulo de elasticidade idêntico, evitando, consequentemente, a evolução da fissuração, Figura 91.



*Figura 91-Tratamento de fissuras com recurso a grampos metálicos*



O tratamento final da pedra foi a impermeabilização da pedra para fechamento de poros e micro-cavidades a fim de evitar futuros problemas derivados de agentes biológicos e climatéricos. Com este fim, em todas as cantarias em pedra de granito foi aplicado um produto incolor à base de polisiloxano<sup>4</sup>, hidrorrepelente e permeável ao vapor de água.

Como referido anteriormente, no interior do edifício existem paredes resistentes, nas quais foram demolidas secções para abertura de vãos. Em alguns casos, as padieiras não se encontravam consolidadas pelo que foram escoradas até serem aplicados perfis metálicos de reforço sempre que zonas de juntas se encontram com a abertura do vão, conforme a Figura 92.



*Figura 92-Reforço de Padieiras não Consolidadas em Vãos Abertos em Paredes Resistentes*

#### IV Envolvimento

No decorrer da obra foram desenvolvidas várias atividades relacionadas com paredes internas e externas, nomeadamente a construção, demolição e reabilitação de paredes a manter. Todas as atividades foram estudadas e monitorizadas por forma a garantir a qualidade exigida. Foram tidos em conta vários pormenores, tais como as alhetas, lambrins, rodapés e restantes pormenores interiores, os quais em muitos casos foram reproduzidos para mimigar o existente, o que será descrito adiante.

---

<sup>4</sup>Hidrorrepelente de Polisiloxano – Emulsão concentrada de base aquosa que permite obter uma película repelente à água e permeável ao vapor, apropriado para substratos neutros, pedra natural e betão envelhecido.

### 4.2.3 Coberturas

As coberturas são uma das mais importantes componentes dos edifícios, dado conferirem a proteção superior necessária aos agentes atmosféricos e apresentarem, entre outros, uma importância arquitetónica e artística marcante, individualizando os edifícios, em muitos casos perpetuando a sua imagem. [28]

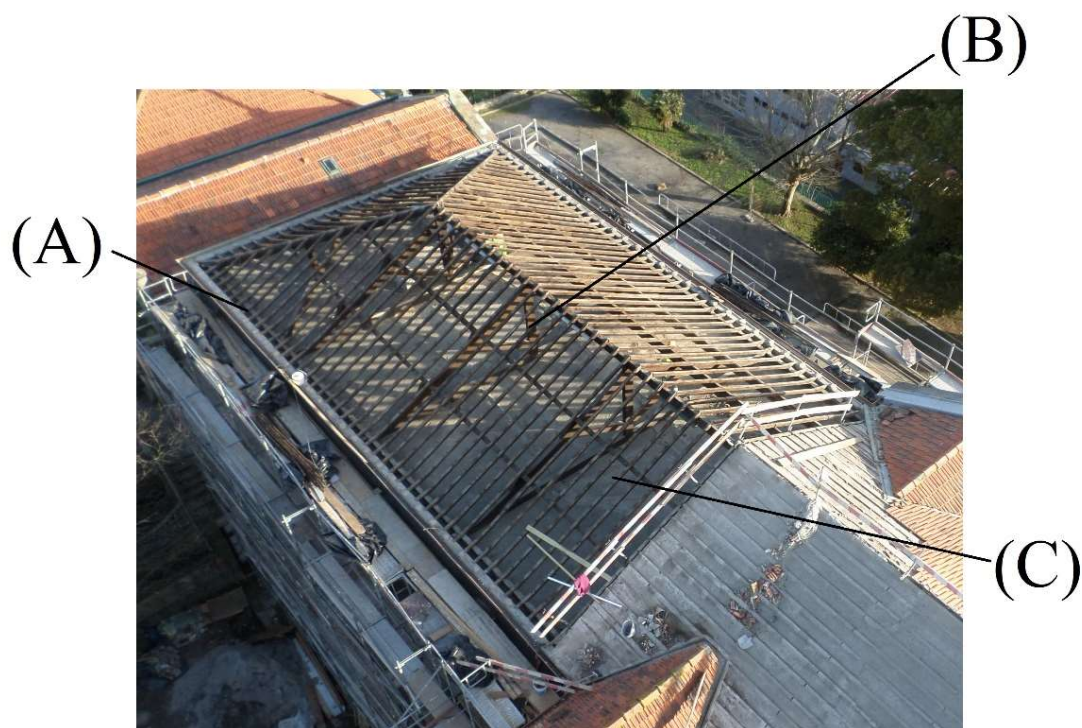
Devido às intervenções sucessivas que o edifício Araújo Porto sofreu, existem múltiplas tipologias construtivas ao nível das coberturas, que se descrevem e distinguem de seguida.

#### 4.2.3.1 Cobertura inclinada em madeira

As coberturas dos edifícios antigos podem-se caracterizar por vários critérios, consoante a sua forma e os materiais executados, desde a estrutura de suporte até ao revestimento. [28]

##### I Descrição do Existente

A cobertura em madeira existente do edifício trata-se de uma estrutura simples em madeira de pinho a qual é composta por asnas, terças, frechais e ripas. De seguida serão apresentados os elementos que constituem a cobertura de acordo com a sequência apresentada na Figura 93.



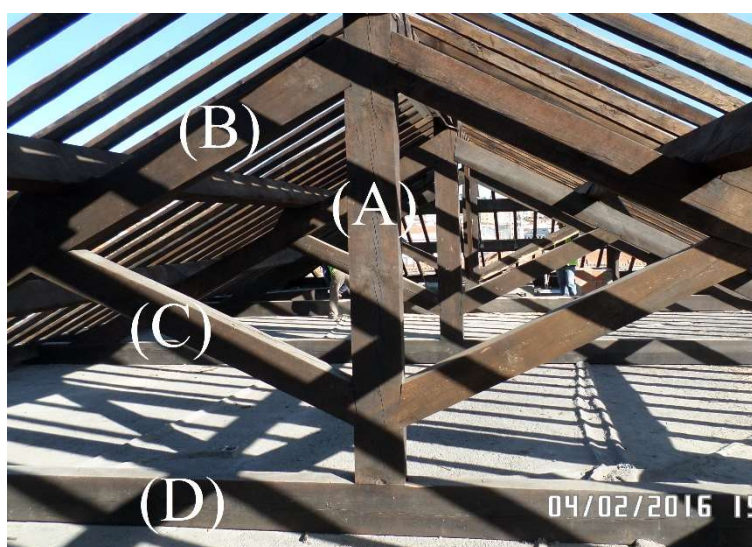
*Figura 93-Cobertura em Madeira; (A)Frechal; (B)Asnas; (C)Trama*

O frechal representa o remate da cobertura na zona periférica sobre a parede. É essencialmente um elemento estrutural que permite a distribuição de carga e reforça a geometria da cobertura impedindo deformações laterais (ver Figura 94).



*Figura 94-Frechal da Cobertura em Madeira*

O elemento base da estrutura da cobertura é a asna. Estas estão na origem da geometria inclinada das águas da cobertura, Figura 95.



*Figura 95-Asnas; (A)Pendural; (B)Perna; (C)Escora; (D)Linha*

Por último, a trama é a última estrutura de suporte do revestimento exterior da cobertura, que no caso são telhas cerâmicas do tipo marselha. A trama é uma malha constituída, perpendicularmente ao frechal, por caibros e, paralelamente, por ripas, nas quais assentam as telhas (ver Figura 96).





*Figura 96-Trama*

## II Anomalias e Pormenores Técnicos

Para determinar o estado de conservação de madeiras da cobertura é preciso efetuar uma série de testes visuais ou técnico-práticos. No presente caso toda a estrutura passível de ser reutilizada foi sujeita a uma limpeza com recurso a escova de aço a fim de aferir a profundidade de ataques de insetos e micro-organismos xilófagos, concluindo quais os casos em que havia necessidade de substituição do elemento em questão.

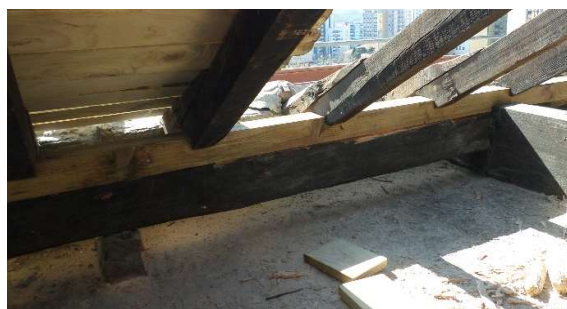
Essa profundidade é aferida de acordo com a facilidade de lixagem do elemento. Caso haja facilidade de remoção das camadas exteriores do elemento em madeira, essa secção encontra-se deteriorada e necessita intervenção. Nos casos em que a profundidade do ataque ocupava uma porção substancial da secção do elemento procedeu-se à sua substituição ou retificação. Tal é o caso de algumas zonas dos frechais (ver Figura 97).



*Figura 97-Ensaio de Aferição do Estado de Degradação de Elementos em Madeira*

## III Soluções de Intervenção

Nestes casos optou-se pela lixagem da secção até atingir zona sã. Posteriormente é feito o seu tratamento contra ataques bióticos. De seguida introduziu-se novos elementos em madeira a fim de substituir à secção original do elemento, conforme a Figura 98.



*Figura 98-Retificação de Elementos de Madeira por Substituição Parcial*

Em alguns casos a degradação dos elementos era quase inexistente, pelo que se optou apenas pela lixagem e tratamento da madeira. Tendo ainda a secção reduzida dos elementos capacidade de resistir estruturalmente às ações que lhes são aplicadas (ver Figura 99).



*Figura 99-Lixagem Superficial de Elementos em Madeira*

Por opção do projetista, as telhas, no geral, foram preservadas e tratadas. Este tratamento consistiu na limpeza a jato de água a abrasão média por forma a não danificar as telhas e remover a sujidade, fungos e outros seres biológicos (ver Figura 100). Em alguns casos e apesar dos cuidados tidos em conta, algumas telhas foram danificadas ou já se encontravam danificadas, sendo estas substituídas por telhas do tipo marseilha de iguais dimensões e tonalidade semelhante.



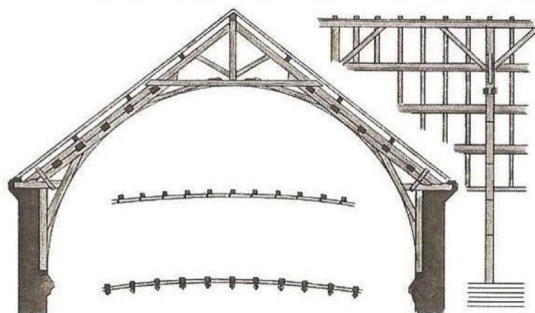
*Figura 100-Telha Cerâmica Antes e Após Tratamento a Jato*

#### 4.2.3.2 Cobertura sobre abóbada

##### I Descrição do Existente

O edifício possui uma capela numa das extremidades. Esta apresenta o teto em abóbada. Este teto em abóbada apenas é possível devido a toda a estrutura que se encontra oculta. Esta estrutura é feita de madeira e representa a separação entre as águas em telha cerâmica e o teto em estuque sendo o que os mantém intatos como estrutura resistente.

A estrutura de madeira em abóbada apresenta alguma complexidade de construção para ser possível manter a geometria curva do teto da capela. Simplificando, a estrutura em madeira transporta a mesma técnica construtiva aplicada em arcos e abóbadas de pedra (ver Figura 101).



*Figura 101-Estrutura de Cobertura sobre abóbada de madeira [30]*

O sistema de suporte consiste na ligação de tábuas de madeira de pequenas dimensões, aplainadas segundo a curva de intradorso formando assim um arco, abrindo, desta forma, um espaço que anteriormente se encontrava ocupado pelas estruturas tradicionais, Figura 102.



*Figura 102-Abóbada do Teto da Capela*

##### II Anomalias e Pormenores Técnicos

Os problemas encontrados na estrutura da cobertura da capela são idênticos aos encontrados na madeira do edifício principal, são estes a degradação da madeira provenientes da humidade e de ataques biológicos. É possível verificar que existiam alguns pontos de infiltração de água no teto da capela (ver Figura 94), no entanto, como se trata de um teto em estuque, o mesmo será assunto na subsecção 4.2.4.3 adiante.



### III Soluções de Intervenção

A solução implementada foi a substituição completa da trama (caibros e ripas) por elementos em madeira de pinho de dimensões idênticas às existentes, como se observa na Figura 103.



*Figura 103-Substituição de Caibros na Cobertura da Capela*

Por forma a resolver a infiltração das águas pluviais foram adicionados, igualando a solução das coberturas inclinadas em madeira, um forro guarda-pó em madeira e uma tela para-vapor entre os caibros e as ripas, como se ilustra na Figura 104.



*Figura 104-Colocação do Forro Guarda-pó na cobertura da capela*

### IV Envolvimento

No caso das coberturas todas as soluções foram também implementadas com a qualidade exigida no caderno de encargos. Foram vários os pormenores a ter em conta desde a remoção, limpeza e recolocação da telha, desde a substituição ou conservação de elementos em madeira e até na garantia das condições de segurança de trabalho.

#### 4.2.4 Pormenores construtivos e decorativos

---

Nesta subsecção serão apresentados dois pormenores que justificam a sua apresentação no presente relatório pelo detalhe técnico que apresentam.

##### 4.2.4.1 Rodapés

###### I Descrição do Existente

Os rodapés altos no interior do edifício encontram-se ao longo dos perímetros dos vários compartimentos no 1º e 2º piso. Com 47 cm de altura apresentam algum pormenor e excecionalidade.



*Figura 105-Rodapé Existente*

###### II Anomalias e Pormenores Técnicos

Apesar da sua aparência decorativa, os rodapés possuem uma caixa de ventilação no seu tardo (parte superior) que se encontra ligada ao desvão dos pavimentos elevados. Este sistema passivo de ventilação do desvão contribuiu para o bom estado de conservação das estruturas em madeira dos pavimentos (ver Figura 106).



*Figura 106-Ventilação no Tardo do Rodapé*

No geral os rodapés encontram-se em bom estado de conservação, no entanto, nos compartimentos orientados para Norte, a qualidade do ar decai, potenciando o aparecimento de humidade e caruncho nos rodapés. Na Figura 105 é também possível observar a escamação da tinta existente.



### III Soluções de Intervenção

Os rodapés e outros pormenores como guarnições de portas e caixilharias de madeira, foram limpos com recurso a lixagem para remoção do verniz e parte do esmalte existente. Seguiu-se a substituição de elementos deteriorados por madeira Kambala escura, não suscetível ao ataque biológico de fungos e insetos xilófagos. Nas superfícies da madeira existentes foi aplicada uma emulsão acrílica com boas propriedades de enchimento. Seguidamente em todas as superfícies de madeira em questão foi aplicado um primário aquoso cobrindo todo o tipo de manchas. As zonas que não possuem esmalte foram emassadas com betume específico para madeiras. Como acabamento foi aplicada uma pintura a esmalte acetinado de meio-brilho em duas demãos, Figura 107.

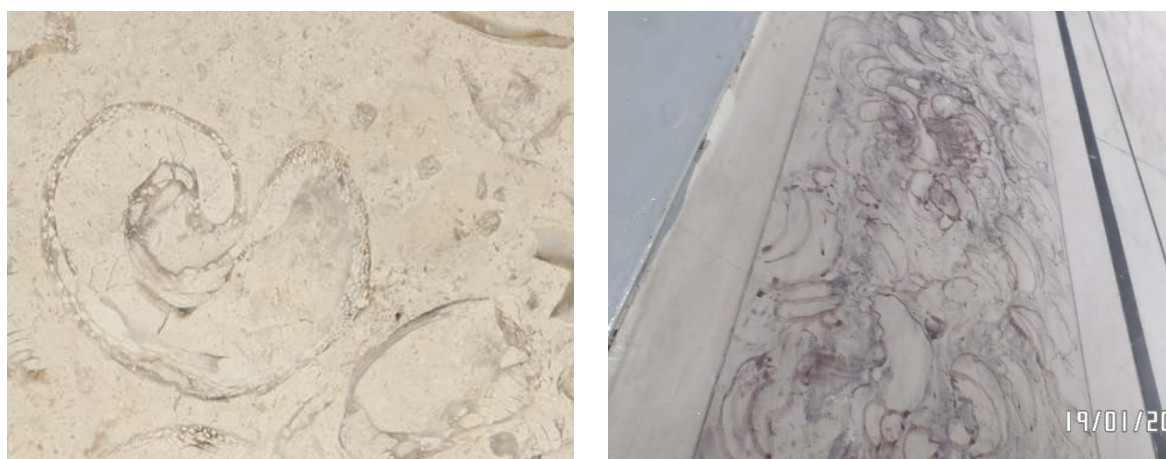


*Figura 107-Lixagem dos Rodapés (esquerda) e Acabamento com Esmalte (direita)*

#### **4.2.4.2 Marmoreado**

##### I Descrição do Existente

O marmoreado é uma técnica antiga de pintura que reproduz padrões idênticos ao mármore, no caso, mármore lioz. A reprodução pode ser notada a olho nu a pequenas distâncias, mas em grande plano não é possível distinguir o real do marmoreado, conforme se pode verificar na Figura 108.



*Figura 108-Mármore Lioz (esquerda)(retirado de Realstoneusa.com) e Reprodução (direita)*

## II Anomalias e Pormenores Técnicos

Apesar de aparentar ter um aspeto robusto, a argamassa utilizada como suporte (Figura 109) possui uma fragilidade associada devido às técnicas construtivas na época da sua execução. Acaba por ser uma solução que exige cuidados redobrados pois é muito suscetível à humidade e impactos.



*Figura 109-Degradação do Marmorado e Respetivo Suporte*

Existem vários casos de destacamento do suporte do marmorado assim como zonas em que a própria pintura se encontra esbatida.

## III Soluções de Intervenção

O restauro do marmorado (ver Figura 110) passa por várias etapas: remoção superficial cuidada de poeiras e sujidades, fixação de policromias<sup>5</sup> originais, remoção de argamassas e preenchimentos inadequados e reintegração de argamassas compatíveis ao suporte, reprodução do programa cromático quando necessário com aguarelas ou pigmentos aglutinados.



*Figura 110-Restauro do Marmorado*

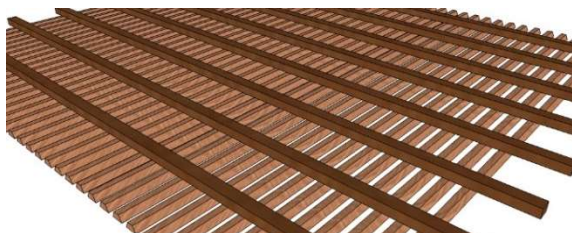
---

<sup>5</sup> Fixação de policromias – Gravação das várias cores representadas num trabalho, no caso, representadas no marmorado.

#### 4.2.4.3 Tetos em estuque

##### I Descrição do Existente

O estuque é constituído por uma massa branca ou policromática, constituída por cal, areia fina, pó de mármore e gesso, incluindo uma maior ou menor percentagem de cal e gesso, consoante as utilizações. Consiste no revestimento de paredes, tetos e outras superfícies rebocadas de estruturas de edifícios feito com pastas de gesso para estuque (gesso calcinado a cerca de 140°C e misturado com cal ou outro retardador) e ao qual se adicionaram outros materiais convenientes como por exemplo, gelatina ou cola forte. O estuque é colado entre e sobre o fasquiado de madeira disposto de modo a permitir melhor aderência. [31]



*Figura 111-Estrutura de Teto em Estuque*



*Figura 112-Tardoz do Estuque e Suporte*

Como se observa na Figura 111 e Figura 112, o ripado encontra-se suspenso em pequenas vigotas de madeira e estas, por sua vez, pregadas às vigas. O ripado encontrado no teto iguala a disposição e dimensões do ripado das paredes em tabique no interior do edifício (ver Figura 77). As vigotas de madeira possuem em média 1.5 cm de altura e 2 cm de largura em secção. Devido às irregularidades das vigas estruturais, às quais foram pregadas as vigotas, observou-se a colocação de calços em madeira por forma a nivelar as vigotas e consequentemente o ripado e o teto (ver Figura 113).



*Figura 113-Estrutura de Suporte do Estuque e Ripado*

A forma trapezoidal do ripado permite fixar a camadas constituintes do estuque. Cada camada possui a sua função, seja ela de fixação ou decoração, o qual se encontra ilustrado na Figura 114.

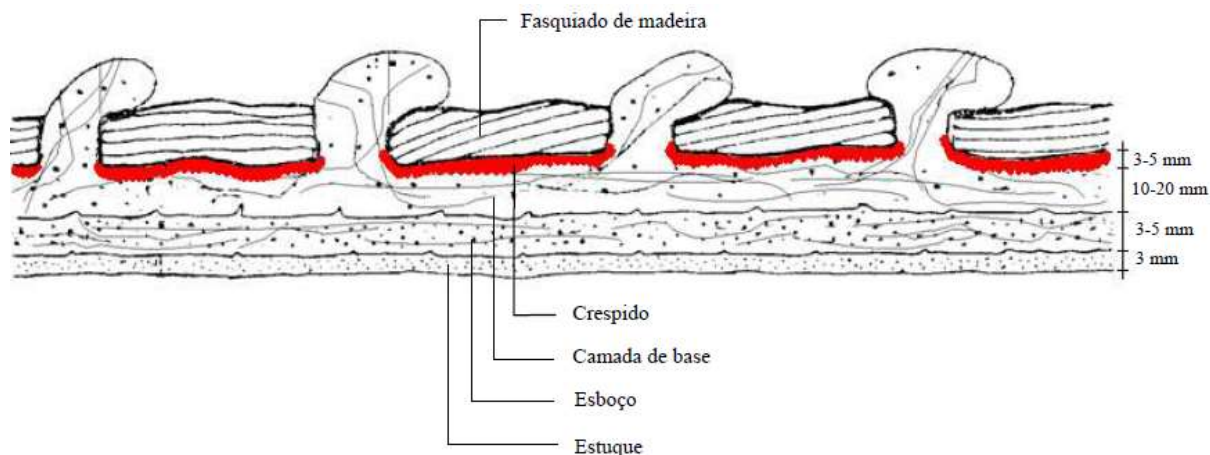


Figura 114-Camadas Constituintes do Estuque [32]

O **crespido** é a preparação do suporte à base de cal para a aplicação da camada seguinte, assegurando boa aderência através de uma superfície rugosa.

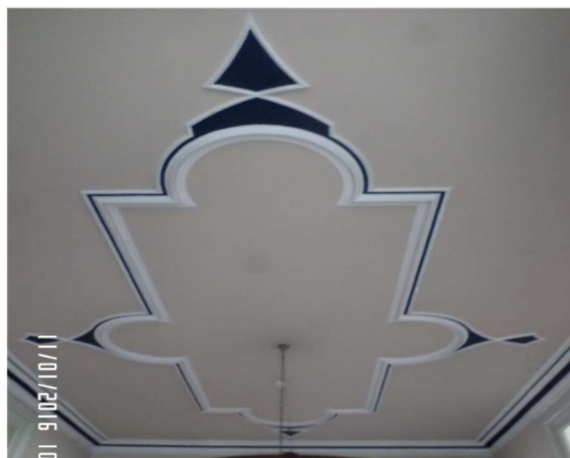
À **camada de base** compete a função de regularização, assegurando as condições de planeza e assegurando a barreira final contra humidades. Esta camada é constituída por cal e areia em quantidades similares. Para reforço contra retração e tração desta camada era também adicionada fibra.

O **esboço** e **estuque** são o acabamento em duas camadas. Ambos são constituídos por gesso, cal e areia. Sendo no esboço o maior volume, o de cal, e no acabamento, por razões de trabalhabilidade, o de gesso.

As decorações e ornamentos em estuque assumem grande relevo nas últimas décadas do século XIX e início do século XX devido à influência da Arte Nova, cujos traços estilísticos primam pela assimetria e formas fluídas e artesanais. [32]



No edifício em questão, os compartimentos que tinham função de habitação familiar (mais precisamente, antes da construção do último piso e prolongamentos laterais) apresentam várias decorações em gesso moldado. São estas os frisos, sancas, molduras e ornatos moldados (ver Figura 115 e Figura 116).



*Figura 115-Molduras e Sancas nos Tetos em Estuque*



*Figura 116-Friso, Sanca (esquerda) e Ornato (direita) no Teto do Salão Nobre do Edifício IAP<sup>6</sup>*

## **II Anomalias e Pormenores Técnicos**

Existem quatro origens responsáveis pelas anomalias em tetos de estuque: as deformações sofridas pelo edifício, as retrações hidráulicas, o aumento de volume do estuque devido ao excesso de água e as retrações higrotérmicas combinadas com efeitos hidráulicos. [31]

No presente caso existiam casos de falta de aderência do estuque ao suporte, nestes casos e após alguma perturbação proveniente dos trabalhos a decorrer, os mesmos perdiam o contato com o suporte destacando-se do mesmo (ver Figura 117, esquerda). Noutros locais observou-se também a presença de humidade e ataque biológico (ver Figura 102).

<sup>6</sup> Instituto Araújo Porto



*Figura 117-Destacamento do Estuque*

### III Soluções de Intervenção

Para possibilitar a passagem das infraestruturas previstas foi efetuada a abertura de todos os roços necessários e posterior colmatação. As áreas degradadas, com falta de coesão interna ou de adesão ao substrato foram devidamente reparadas com posterior aplicação do barramento e pintura.

Todas as decorações moldadas e/ou pintadas no teto foram reproduzidas com configuração semelhante ao existente garantindo a continuidade das mesmas. Por forma a promover a durabilidade e aumentar a resistência à degradação foi aplicada pintura apropriada e aditivo hidrófugo.

### IV Envolvimento

A fragilidade do estuque obrigou à monitorização constante de todos os trabalhos associados. Apenas deste modo foi possível preservar todos os pormenores que este apresentava, garantindo simultaneamente as condições necessárias de segurança para os trabalhadores envolvidos. Relativamente aos rodapés, marmoreado e outros pormenores decorativos, foi necessária a monitorização constante e rigorosa por forma a cuidar dos elementos a manter e garantir a qualidade na reprodução dos existentes.

## Capítulo 5

Conclusões e Comentários Finais

Capítulo		pg.
5	Conclusões e Comentários Finais	77
5.1	Motivos da Opção de Estágio	77
5.2	Principais Conclusões	77
5.3	Aprendizagem Pessoal	78
5.4	Comentários Finais	80



## 5 CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS FINAIS

---

### 5.1 MOTIVOS DA OPÇÃO DE ESTÁGIO

---

O propósito da realização do estágio curricular foi a aprendizagem do ambiente de obra, das relações interpessoais entre os vários intervenientes e das funções que cada um deve desempenhar. A nível académico houve interesse na exposição às várias matérias alvo das reabilitações e das construções civis em geral, nomeadamente: reconhecimento do existente, execução de projeto, conceção e controlo. Este caso específico trata uma experiência pessoal na abordagem prática das matérias estudadas no curso de Mestrado Integrado em Engenharia Civil.

Este interesse num estágio curricular surgiu no âmbito do conhecimento e preparação da entrada no mercado de trabalho como engenheiro civil na conjuntura atual e na aprendizagem dos vários fatores relacionados, garantindo consequentemente a melhor adaptabilidade no futuro. A escolha do tema da reabilitação do edificado deveu-se ao crescente envolvimento que se tem vindo a notar na atualidade e pela sua aplicabilidade no futuro. Trata-se de uma oportunidade excecional que ofereceu a possibilidade de consolidar todo o conhecimento abordado ao longo do curso no momento ideal de conclusão do mesmo.

### 5.2 PRINCIPAIS CONCLUSÕES

---

O presente relatório de estágio dedicou-se à apresentação de dois temas principais: funções de um engenheiro fiscal em obra e reabilitação do edificado existente.

Primeiramente foram apresentadas algumas noções do *know-how* adquirido enquanto parte do corpo de fiscalização. Esse *know-how* toma a sua importância como uma introdução necessária para se exercer um cargo no ambiente de obra ao dar a conhecer todos os intervenientes e inter-relações associadas, tais como foram experienciadas ao longo do percurso do estágio. Para além deste enquadramento foram ainda descritas algumas metodologias acompanhadas no estágio a nível da execução dos vários trabalhos acompanhados em obra, as quais devem ser conhecimento base dos vários atores no âmbito de uma empreitada.

No capítulo 3 consta uma descrição geral do local de obra, dos edifícios a reabilitar e dos assuntos relacionados com a reabilitação da urbanização de Santa Luzia. Dentro da temática da reabilitação foram descritos os vários pormenores construtivos existentes para que se possa conhecer as metodologias construtivas exemplares, no caso, de uma urbanização social no seio do Porto, assim como as anomalias e disfunções mais comuns. Todas as soluções de reabilitação implementadas foram dotadas de uma descrição específica. Nesta secção foi dada maior ênfase às soluções de recobrimento exterior de fachadas e pormenores associados pois são o maior contributo na melhoria do conforto na habitação dos edifícios. A reabilitação do conjunto de edifícios em questão tem características tipologicamente representativas das soluções comuns de reabilitação e beneficiação, de urbanizações sociais.

No capítulo 4 descreveram-se os vários pormenores associados à empreitada de reabilitação do Edifício Araújo Porto. Esta reabilitação apresenta características especiais devido às metodologias construtivas encontradas no edifício assim como a responsabilidade associada à deslocalização da nova sede da SCMP para o edifício em questão após a reabilitação. Foi dada maior importância ao

tema das estruturas de madeira por serem o elemento mais comum do edifício e pelo potencial de conservação que estas representam. No desenvolvimento do capítulo 4 foram abordadas todas as soluções engenhosas e práticas encontradas que contribuem de certa forma para conservação das estruturas no geral. Para além desta abordagem mais específica foram também abordados vários aspetos técnicos e metodologias construtivas que apenas existem neste tipo de edifícios. A reabilitação do Edifício Araújo Porto é um caso muito específico que necessitou o envolvimento de profissionais especialistas em várias áreas técnicas. O capítulo em apreço, em suma, trata de um caso de estudo de uma reabilitação, direcionado à análise de várias estruturas de madeira e outros pormenores construtivos menos comuns.

A reabilitação é um tema recorrente da atualidade. Nos edifícios recentes são alvo de estudo: a melhoria do conforto dos moradores/utilizadores, a resolução de anomalias e disfunções e o enquadramento no meio envolvente. A reabilitação do antigo edificado deve ter em conta: a preservação dos valores culturais envolvidos, a proteção ambiental e viabilidade económica. O responsável pela reabilitação de edifícios desta classe deve sempre refletir em prol da preservação do património e respeito pelas pré-existências. Na conjuntura atual, a reabilitação assume um papel importante na manutenção do património e do desafio da comunidade técnica na conservação e execução na procura de soluções.

---

### 5.3 APRENDIZAGEM PESSOAL E PROFISSIONAL

---

O acompanhamento da reabilitação de edifícios, e principalmente do antigo edificado, tornou-se num meio de aprendizagem excecional e de extensão à formação académica, na medida em que se torna o modo mais direto de adquirir conhecimento através da exposição direta e constante a todos os fatores envolvidos. O estágio foi um processo imenso onde foi necessário observar, identificar, caracterizar e compreender todo um conjunto de soluções construtivas. Os temas abordados e a possibilidade de participar em todos os trabalhos associados às soluções construtivas encontradas e implementadas foi uma oportunidade rara de imenso valor na conclusão do percurso académico na Universidade de Aveiro.

Foi possível compreender a aplicabilidade interdisciplinar do curso e aplicar a forma de pensamento estruturada e modelada transmitida pelo curso de Mestrado Integrado em Engenharia Civil.

De forma sucinta, o estágio curricular proporcionou uma aprendizagem abrangente e utilização dos conhecimentos adquiridos durante e anteriormente ao início do estágio.

As funções exercidas ao longo do estágio foram as de um engenheiro fiscal em obra. Todo o envolvimento no estágio levou à aprendizagem geral do papel do mesmo e das várias implicações associadas. No presente estágio foi possível acompanhar e verificar o cumprimento unívoco do projeto. A presença constante em obra, principalmente numa obra pública, é indispensável no controlo, registo e comunicação de todos os pontos cruciais numa obra.

Um engenheiro fiscal deve ter participação ativa no decorrer de uma empreitada a vários níveis como se encontra descrito seguidamente. São esses pontos os seguintes:

- Garantia da qualidade de execução;
- Verificação de materiais e equipamentos utilizados;
- Esclarecimento de dúvidas;
- Contorno de adversidades;
- Controlo e registo de Informação;
- Tomada de decisões

### 5.3.1 Garantia da qualidade de execução

---

A função exercida exige conhecimentos técnicos sólidos das metodologias de execução bem como da legislação aplicável. Deve ser parte das funções uma rotina de verificação de vários fatores.

Esta verificação periódica tem como principal objetivo garantir o cumprimento do caderno de encargos. Apenas deste modo é possível evitar possíveis anomalias e disfunções posteriormente à empreitada e todo o processo de ativação de garantias de obra, sendo de maior interesse para o Dono de Obra.

Durante uma vistoria à obra podem ser notados métodos de execução errados ou materiais a aplicar que não estejam preconizados em projeto. Neste caso e antes da intervenção devem ser estudados os métodos e decorados os materiais a utilizar a fim de aferir se realmente existem não conformidades.

Caso existam, o executante deve ser interrompido tomando uma de duas vias. Para simples pormenores de execução, o mesmo pode ser aconselhado à correta execução do mesmo. De outro modo, como por exemplo preparação para uso de material não aprovado pela fiscalização ou metodologias incorretas, deve ser notificado o encarregado de obra ou superior hierárquico e solicitada a correção ou substituição do material em questão.

Dos materiais de consulta referidos anteriormente são exemplos o caderno de encargos, fichas técnicas, contato direto a fornecedores de materiais e consulta web legítima. Deverá ser preocupação do engenheiro fiscal registar todo o material consultado ou passível de ser consultado em base de dados própria ou da equipa de fiscalização, caso seja necessária nova consulta.

### 5.3.2 Consulta ao corpo de fiscalização

---

Regularmente o engenheiro fiscal é consultado pelo empreiteiro, Dono de obra, projetistas ou moradores para esclarecimento de soluções preconizados em projeto, dúvidas relativas a pormenores técnicos ou procura de propostas na resolução de incompatibilidades do projeto.

Nesse âmbito o engenheiro fiscal deve estudar o projeto *à priori* e esclarecer as suas próprias dúvidas que possam surgir nesse estudo.

Para além de incompatibilidades relacionadas com o projeto podem existir vários contratempos alvo das funções de um engenheiro fiscal, são exemplos a solicitação do cumprimento das várias regras de estaleiro, desde a proibição de bebidas alcoólicas até ao acompanhamento do manuseamento de substâncias ou equipamentos perigosos ou, em alguns casos, resolução ou prevenção de confrontos.

Em casos raros o engenheiro fiscal pode ordenar a paragem total dos trabalhos mediante apresentação de uma justificação admissível, devendo neste caso ter em conta as consequências a níveis de prazos e custos associados.

### 5.3.3 Controlo e registo de Informação;

---

Como descrito no capítulo 2 uma das funções exercidas por um engenheiro fiscal é o registo de toda a informação referente à empreitada em questão, nomeadamente os seguintes documentos:

- Projetos e alterações editáveis e não editáveis;
- Registo meteorológico diário;
- Mapas de mão-de obra e equipamentos;
- Registo da correspondência trocada entre os vários intervenientes na empreitada;
- Registo de reclamações (no caso da primeira obra);
- Registo das tarefas em execução e tarefas concluídas.

O registo da informação deve ser organizado e periódico. A boa prática indica o preenchimento de documentos pré-elaborados para o seu fim específico. No entanto, caso não existam, devem ser elaborados ou propostos documentos, contribuindo, paralelamente, para a melhoria contínua das funções exercidas como engenheiro fiscal.

No presente estágio todos os elementos identificados na lista foram parte das funções exercidas enquanto estagiário. Cada documento possui um propósito específico, no entanto todo o registo tem como objetivo garantir a existência de documentos que comprovem a legitimidade de todos os trabalhos ou matérias elaboradas no âmbito da empreitada.

Paralelamente, possuem utilidade na sua consulta para outros fins, como se segue o exemplo: O registo diário das condições meteorológicas pode, por vezes, ser de grande utilidade aquando da solicitação por parte do empreiteiro da prorrogação de um certo conjunto de trabalhos.

Caso este alegue, como contratempo, condições meteorológicas adversas, o engenheiro fiscal, pode consultar o seu registo e avaliar a legitimidade do pedido, podendo, por sua vez, aprovar ou desaprovar o pedido. Alguns casos devem ser consultados primeiro com o D.O. e só depois comunicados ao empreiteiro.

Em suma, cada documento ou registo tem o seu papel na gestão dos vários elementos numa empreitada. Estes documentos de registo possuem influência a vários níveis: prazos, custos, qualidade técnica, avaliação de propostas, defesa judicial, entre outros. Concluindo, o papel de um engenheiro fiscal é observar, registar, solicitar e defender conscientemente os interesses do D.O. a nível financeiro e de qualidade do produto final.

---

## 5.4 COMENTÁRIOS FINAIS

---

O presente relatório de estágio poderá servir como documento de consulta na procura de informação sobre vários tipos de intervenções em obras de reabilitação. Mas mais importante, trata-se de um relatório de iniciação no tema da reabilitação associado a funções de uma equipa de fiscalização.

## Referências e Bibliografia



---

## REFERÊNCIAS E BIBLIOGRAFIA

---

- [1] Dias, António e Sousa, Augusto. (2009) - Manual de Alvenaria de Tijolo – 2ªEdição, Manual, APICER – ISBN 978-972-99478-5-8
- [2] Decreto de Lei n.º18/2008, de 29 de Janeiro (CCP-Código de Contratos Públicos)
- [3] Nunes, João (2008) - Reabilitação Do Ponto De Vista Térmico De Fachadas No Centro Histórico Do Porto, Tese de Mestrado Integrado - Faculdade de Engenharia do Porto – ID 52010
- [4] Silva, J. Mendes (1998)- Fissuração das alvenarias - Estudo do comportamento das alvenarias sob acções térmicas - Tese de Doutoramento - Universidade de Coimbra, Coimbra
- [5] Abrantes, Vítor (2011) - Sebenta d'Obra nº 01 Março 2011: Reabilitação da Envolvente Exterior dos Edifícios: Vila d'Este, Vila Nova de Gaia - GEQUALTEC – ISBN 9789899669628
- [6] Mascarenhas, Jorge (2014) - Sistemas de Construção – XIV Construção e Reabilitação Sustentáveis - LIVROS HORIZONTE - 9789722417761
- [7] CDO: cadernos d'obra: revista científica internacional de construção 1 (2009) - GEQUALTEC – ISBN 9789727521081
- [8] ANSI-ASHRAE55-2010, Thermal Environment Conditions For Human Occupancy - ISSN 1041-2336
- [9] DGGE; IP-3E - Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais - ISBN 972-8268-33-5
- [10] Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro, Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 40/90, de 6 de Fevereiro
- [11] Gonçalves, Hélder; Cabrito, Pedro; Oliveira, Marta; Patrício, Anita (1997) - Edifícios Solares Passivos em Portugal, Energia Solar e Qualidade de Vida : VIII Congresso Ibérico de Energia Solar, Porto,
- [12] Arêde, A.; Costa, A. - Inspeção e Diagnóstico Estrutural de Construções Históricas., Seminário sobre A Intervenção no Património. Práticas de Conservação e Reabilitação - FEUP-DGEMN, Porto, 2002

[13] Fernandes, João (2013) - Manual De Reabilitação, Um Instrumento De Salvaguarda Do Património Urbano - Dissertação de Mestrado Integrado em Arquitetura – Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade de Coimbra

[14] APICER/CTCV/Inst. da Construção (2003) - Manual de Aplicação de Telhas Cerâmicas - Manual, APICER – 122566/98

[15] APICER/CTCV (2003) - Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos - Manual, APICER - 195605/03

[16] LNEC (2006) – ITE50 – Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios - ICT Informação Técnica

[17] Ferreira Duarte, J (2010) – Condensações superficiais interiores – Avaliação do risco - Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

[18] Instituto Superior de Engenharia do Porto – Meteorologia

Disponível em: <http://meteo.isep.ipp.pt/index.html> (consulta a Janeiro 2016)

[19] CPT 3560 (2009)- Isolation thermique des combles isolation en laine minérale faisant l'objet d'un Avis Technique ou d'un Constat de Traditionalité, CSTB

[20] Faria, José – 9 – Planeamento de Obras

Disponível em: [https://web.fe.up.pt/~construc/go/docs\\_GO/sebenta/por%20capitulos%202013/09-planeamento%20de%20obras-rev10fev14.pdf](https://web.fe.up.pt/~construc/go/docs_GO/sebenta/por%20capitulos%202013/09-planeamento%20de%20obras-rev10fev14.pdf) (consulta a Janeiro 2016)

[21] Pereira, Elsa/LNEC (2006) – Proteção de estruturas metálicas - Apresentação teórica

Disponível em: [www.civil.ist.utl.pt](http://www.civil.ist.utl.pt) (consulta a Novembro 2015)

[22] EN 12350-2 – Ensaio do betão fresco – Norma Europeia 12350, parte 2

[23] Sousa Coutinho, Joana (2003) – NP EN 12350 – Ensaio do betão fresco - Apresentação teórica

Disponível em: <http://paginas.fe.up.pt/> (consulta a Novembro 2015)

[24] Faria, José (2002) – Reabilitação de Estruturas de madeira em Edifícios Históricos - Artigo em Revista Científica Nacional - Instituto Português do Património Arquitectónico – ISBN 1645-2453



[25] Costa, Aníbal; Arêde, António – O Papel do NCREP/FEUP Na Conservação e Reabilitação das Construções com Interesse Histórico

Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/242414631\\_O\\_PAPEL\\_DO\\_NCREPFEUP\\_NA\\_CONSERVACAO\\_E\\_REABILITACAO\\_DAS\\_CONSTRUCOES\\_COM\\_INTERESSE\\_HISTORICO](https://www.researchgate.net/publication/242414631_O_PAPEL_DO_NCREPFEUP_NA_CONSERVACAO_E_REABILITACAO_DAS_CONSTRUCOES_COM_INTERESSE_HISTORICO) (consulta a Fevereiro 2016)

[26] Faria, José (2009) – Patologias das Construções com Madeira. Sugestões de Intervenção - PATORREB2009, 3º Encontro sobre Patologia e Reabilitação dos Edifícios - Faculdade de Engenharia do Porto

[27] Mendonça, Paulo (2005) - Habitar sob uma segunda pele - estratégias para a redução do impacto ambiental de construções solares passivas em climas temperados (Cap.IV) – Tese de Doutoramento em Engenharia Civil – Universidade do Minho – ID 1822/4250

[28] Ferreira, Filipe (2012) – Recuperação de estruturas de coberturas tradicionais de madeira – análise de alguns exemplos - Seminário Coberturas de Madeira, P.B. Lourenço e J.M. Branco (eds.), 2012

[29] Cardoso, Ricardo (2015) – Tipologias estruturais e modelação numérica de paredes de tabique da região vinhateira do alto douro - CONPAT 2015. XIII Congresso Latino-Americano de Patologia da Construção. XV Congresso de Controlo de Qualidade na Construção. Construção 2015, Lisboa.

[30] Moreira, Maria (2010) – Tetos Decorativos em Madeira em Edifícios Patrimoniais Portugueses – Tese de Mestrado - Faculdade de Engenharia do Porto

[31] Pereira, Maria (2010) – Reabilitação de tectos estucados antigos

[32] Palha, Filipe (2008) – Tecnologia e reabilitação de estuques correntes em paramentos interiores – Tese de Mestrado - Faculdade de Engenharia do Porto

[33] Cruz, Margarida (2013) – Estados Limites de Utilização de Pavimentos de Madeira – Tese de Mestrado – Técnico Universidade de Lisboa

[34] Almeida, C.; Guedes, J.; Arêde, A.; Costa, A. (2011) - CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA E MECÂNICA DE PAREDES EM PERPIANHO DE GRANITO - Revista da Associação Portuguesa de Análise Experimental de Tensões - ISSN 1646-7078

[35] Pereira da Costa, F. – Enciclopédia prática da construção civil – Obras de Cantaria – Livro – 2ª edição

Disponível em: [www.satae.com](http://www.satae.com) (consulta a Fevereiro 2016)

## Anexo I

Atividades em obra afetas ao estágio

## Índice

1	Atividades em Obra Afetas ao Estágio .....	1
1.1	Receção de Materiais .....	1
1.2	Registo de Reclamações .....	1
1.3	Relatórios .....	2
1.4	Auxílio a Balizamentos .....	2
1.5	Controlo de Qualidade .....	2
1.5.1	Tratamento de superfícies metálicas contra a corrosão [21] .....	2
1.5.2	Ensaio de estanquidade de coberturas planas .....	4
1.5.3	Ensaio de receção de betão .....	5

---

## 1 ATIVIDADES EM OBRA AFETAS AO ESTÁGIO

---

No presente relatório de estágio foi possível o envolvimento em várias atividades como parte do corpo da fiscalização em obra. Cada grupo de atividades realizado em obra carece de algum tipo de procedimento de inspeção para garantia de qualidade das mesmas. Estas inspeções têm por base os cadernos de encargos e respetivos projetos. No presente estágio foi necessária a consulta de projetos executados pelos gabinetes de projeto “Vitor Abrantes, Consultoria e Projectos de Engenharia, Lda.” e “CREA, Consultoria Reabilitação Engenharia Arquitectura”.

Para além de vários procedimentos de verificação da correta implementação em obra das soluções adotadas, foram executadas atividades no presente estágio que contribuem indiretamente para a resolução da obra em si, nomeadamente:

---

### 1.1 RECEÇÃO DE MATERIAIS

---

No caderno de encargos e desenhos fornecidos pelo projetista estão preconizadas as várias soluções a implementar, assim como os materiais a utilizar. Todos os materiais a utilizar devem ser aprovados pela fiscalização. Caso sejam materiais solicitados pelo projetista a aprovação é imediata, caso difiram, estes devem ser avaliados pela equipa de fiscalização e juntamente com o projetista aprovar ou rejeitar os mesmos.

Posteriormente na receção em obra, os materiais são verificados garantindo a existência de aprovação em arquivo (BAMES, Boletins de aprovação de materiais e equipamentos) e caso cumpram esse requisito são armazenados no estaleiro sendo assegurado o devido acondicionamento. No presente estágio foi possível a participação em diversos casos de aprovação e receção de materiais.

---

### 1.2 REGISTO DE RECLAMAÇÕES

---

O registo das reclamações dos moradores por parte da equipa de fiscalização tem como objetivo informar a entidade executante de trabalhos em falta ou problemas derivados dos trabalhos executados. Os quais podem carecer de atenção especial por parte do empreiteiro, contribuindo indiretamente para a garantia de qualidade da obra.

---

### 1.3 RELATÓRIOS

---

Os relatórios fazem parte das tarefas diárias da equipa de fiscalização. Regularmente é necessária a consulta da informação registada na execução destes relatórios. Assim sendo, a constante atualização dos relatórios torna-se essencial abrangendo vários tópicos, nomeadamente:

- Condições Meteorológicas;
- Controlo de Carga e Equipamentos;
- Controlo de Mão-de-obra;
- Receção de Materiais;
- Relatórios diários;
- Registo fotográfico.

No percurso do estágio este registo foi uma das tarefas diárias atribuídas.

---

### 1.4 AUXÍLIO A BALIZAMENTOS

---

Os balizamentos são executados com o objetivo de controlar o planeamento da obra, retirando da obra em curso informação que permita atualizar sucessivamente os planos em vigor e fornecer informação útil para o futuro desenvolvimento dos trabalhos.

Esta informação é organizada com o pretexto de informar o D.O. sobre o atual estado da empreitada e respetivas atividades.

No presente estágio foi possível a participação e prestação de auxílio na execução de vários balizamentos em ambas as obras referentes ao presente estágio.

---

### 1.5 CONTROLO DE QUALIDADE

---

O controlo da qualidade da implementação das soluções preconizadas em projeto é não só efetuado visualmente, na monitorização diária dos procedimentos e materiais que dão entrada no estaleiro, mas também através de ensaios padrão aos materiais segundo as normas europeias ou outras que lhes sejam aplicáveis.

No presente estágio foi possível acompanhar vários ensaios aos materiais por forma a garantir a qualidade exigida pelo projetista e D.O., nomeadamente:

---

#### 1.5.1 Tratamento de superfícies metálicas contra a corrosão [21]

---

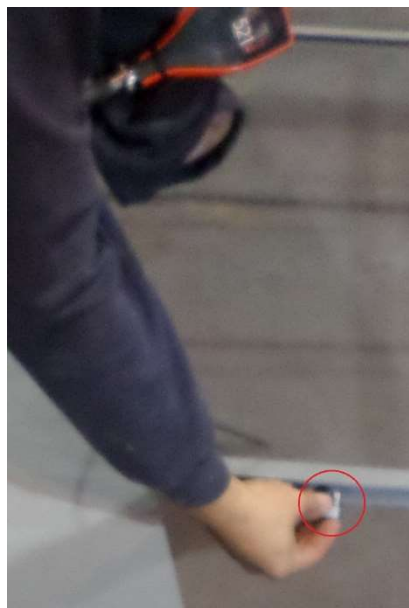
O tratamento das superfícies metálicas decorre revestindo o metal com recurso a várias metodologias potenciando a sua proteção contra a corrosão.

No caderno de encargos de uma empreitada ou nos desenhos de projeto deve constar o tipo de proteção a utilizar, assim como os valores de referência para a verificação de qualidade do material a inspecionar.

No presente estágio foi inspecionada a metalização de peças metálicas para futura implementação em obra. A metalização é caracterizada pela projeção de micropartículas de metal, normalmente zinco ou alumínio, atravessando um arco elétrico fundindo a matéria com a peça existente. Esta nova camada impede que o aço se corra tomando o seu lugar no processo.

A inspeção por parte da fiscalização deve seguir o seguinte encadeamento:

1. Inspeção das peças na procura de pequenas imperfeições que possam comprometer a peça futuramente;
2. Execução de medições pontuais (micragem) com um medidor de espessuras por ultrassons adequado, verificando se as espessuras especificadas no caderno de encargos se encontram ou não concordantes.



*Figura 1- Micragem (Fotografia autorizada pela empresa “Metalização Areal”)*

3. Análise de todos os valores das medições avaliando a espessura média relativa. No caso de existirem espessuras menores que o mínimo estabelecido, procede-se à reprovação das peças.
4. As conclusões devem ser posteriormente reportadas e arquivadas pelo engenheiro fiscal para futuras revisões.

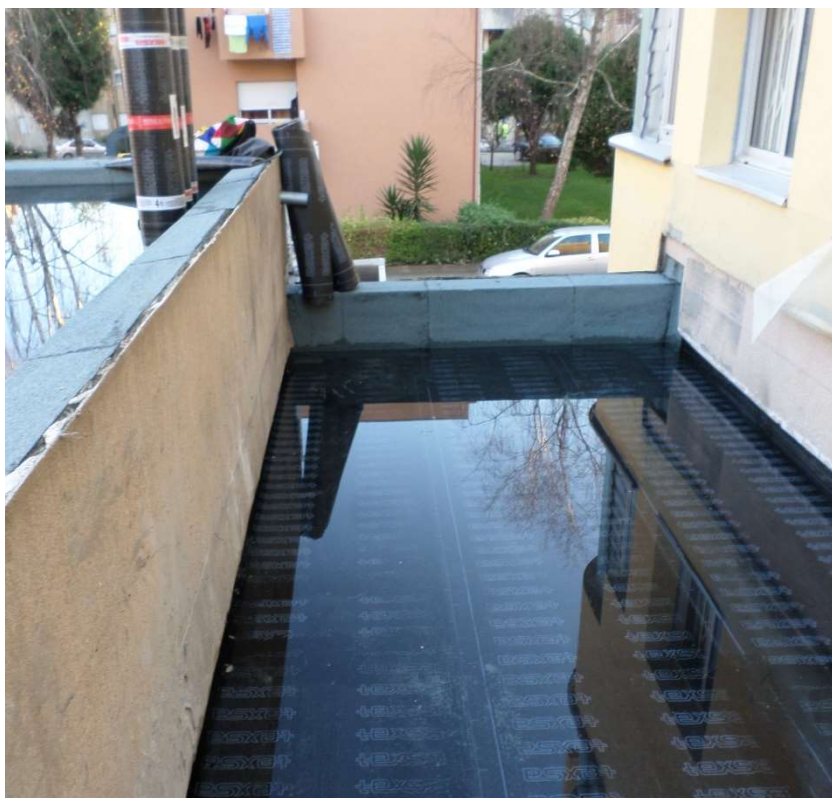


### 1.5.2 Ensaios de estanquidade de coberturas planas

---

No presente estágio foi monitorizada a impermeabilização de coberturas planas na obra nº1 da reabilitação da urbanização de Santa Luzia. Na cobertura referente ao ATL foi aplicado um complexo impermeabilizante constituído por uma emulsão betuminosa aplicada como primário e uma membrana de betume polímero APP protegida a polietileno em ambas as faces.

A preparação do ensaio passa apenas pela selagem das possíveis saídas de drenagem das águas da cobertura. Seguidamente, procede-se ao enchimento da cobertura com água até uma altura suficiente simulando um período de chuva intenso. Por fim são inspecionados todos os locais passíveis de potenciais fugas de água no piso inferior e outros locais e, caso necessário, proceder ao seu tratamento. No presente caso não houve infiltrações, aprovando-se consequentemente a qualidade exigida para a cobertura.



*Figura 2-Ensaio à Estanquidade de Coberturas Planas*

### 1.5.3 Ensaio de receção de betão

---

Preconizado na parte de estabilidade do projeto constam as características do betão a colocar em obra. É função do engenheiro fiscal assegurar aquando da receção do betão que as características do mesmo não divergem das preconizadas em projeto. São essas características as seguintes:

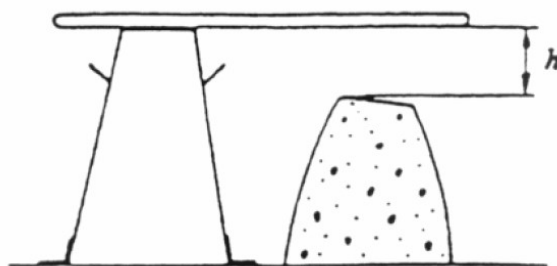
- Classe de resistência
- Classe de abaixamento
- Quantidade de betão recebido
- Uniformidade de aspeto

Para além da consulta dos documentos a fim de aferir as características referidas é necessário efetuar ensaios que comprovam a legitimidade das mesmas, nomeadamente:

- Ensaio de abaixamento

O procedimento detalhado pode ser consultado na norma EN 12350-2.

Aquando da chegada do betão este é compactado no interior de um molde com a forma troncocónica. Quando o cone é removido subindo-o, o abaixamento medido do betão estabelece a sua consistência. [23] Esta encontra-se classificada em classes de abaixamento de S1 a S5 representando por sua vez intervalos de medições e de trabalhabilidade.



*Figura 3-Medição do Abaixamento [23]*

Este ensaio permite, então, determinar a trabalhabilidade do betão, que se traduz em suma no preenchimento dos espaços, na uniformidade e facilidade de betonagem. No presente estágio foram efetuadas medições que garantiram a classe S3 preconizada em projeto, procedendo-se de seguida à betonagem dos maciços.



*Figura 4-Medição do Abaixamento*

- Ensaio de resistência

O procedimento detalhado pode ser consultado na norma NP EN 206-1.

O objetivo deste ensaio é aferir a classe de resistência do betão a colocar em obra. Para tal é necessário ensaiar carotes do betão que, no presente caso, são carotes cúbicos betonados em moldes in situ. Estes sofrem o processo de cura no local até serem transportados para o laboratório de ensaios.

No laboratório os carotes cúbicos são sujeitos a ensaios de compressão e aferida a classe de resistência, caso esta seja igual ou superior à preconizada em projeto a equipa de fiscalização procede à aprovação do betão. No presente estágio a supervisão do procedimento foi uma das tarefas a executar.

O passo que precede os ensaios é a betonagem. Durante esta fase é necessária a presença do engenheiro fiscal. Este deve supervisionar e controlar as condições de betonagem. Os aspetos a ter em conta são a verificação da concordância da armadura preconizada em projeto e da implementada em obra, assim como aspetos relacionados com a betonagem em si nomeadamente, a cofragem, o espalhamento do betão com auxílio a vibrador mecânico e a regularização do topo da estrutura em questão com a espessura especificada em projeto.

## Anexo II

Exemplo de página dos Relatórios Diários Pessoais





universidade de aveiro  
theoria poiesis praxis

## Relatório Diário Pessoal de Actividades

Serviço nº

1326

nº

78

Data

19/04/2016

Horário de trabalho

09:00:00 - 18:00:00

### Descrição Geral

Breve inspecção de trabalhos a decorrer com recurso a registo fotográfico verificando e garantindo a correcta execução dos mesmos.

Continuação da execução dos relatórios diários.

Continuação do trabalho afeto à concretização do relatório final.

Solicitação de retificações dos trabalhos.

Reunião de Obra semanal (discussão de temas) e apontamento dos temas discutidos para participação na execução da respetiva ata.

### Ensaaios / Testes / Inspeções

-

### Dificuldade Extraordinárias / Problemas / Interferências / Deficiências do projecto na execuções do trabalhos / Observações

-

### Acidentes / Outros

-

Elaborado por:

Visto por:





## Anexo III

Ilustrações

## Nota

Para melhor inteligibilidade, no presente anexo as figuras encontram-se com a mesma ordem que consta no documento principal. As figuras do número 7 ao número 47 são referentes ao capítulo 3 - Obra nº1 – Reabilitação de Edifícios Sociais da Urbanização de Santa Luzia. As figuras do número 48 adiante são referentes ao capítulo 4 - Obra nº2 – Reabilitação do Edifício Araújo Porto.



Imagem nº4

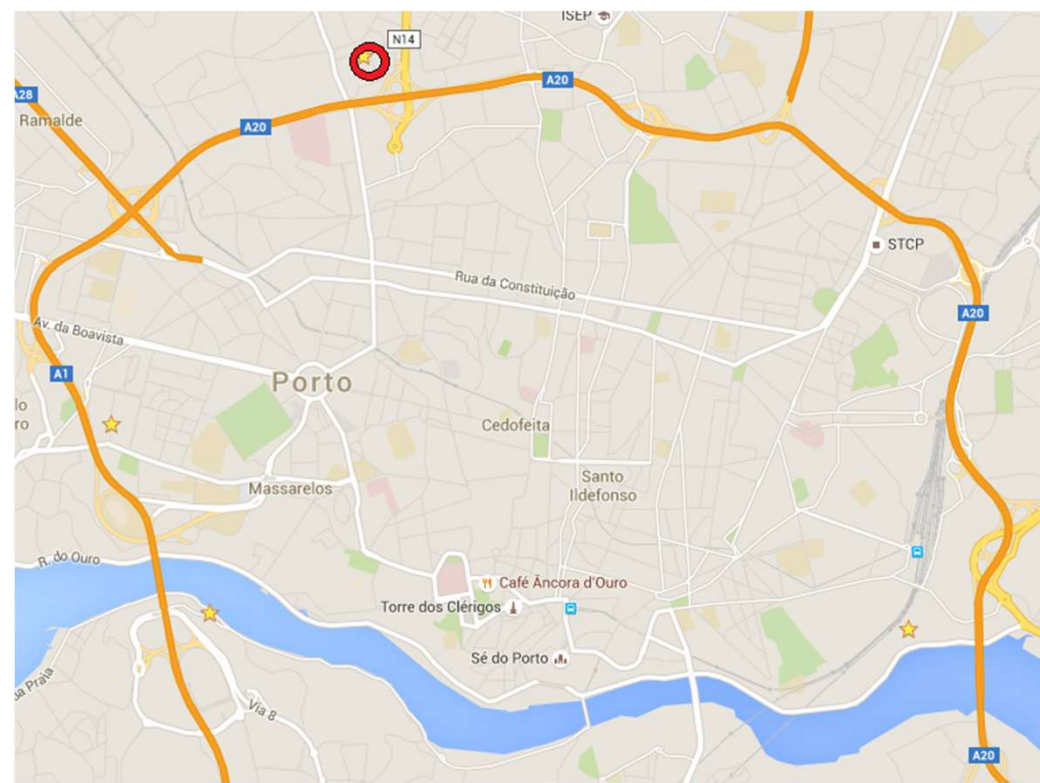


Imagem nº5



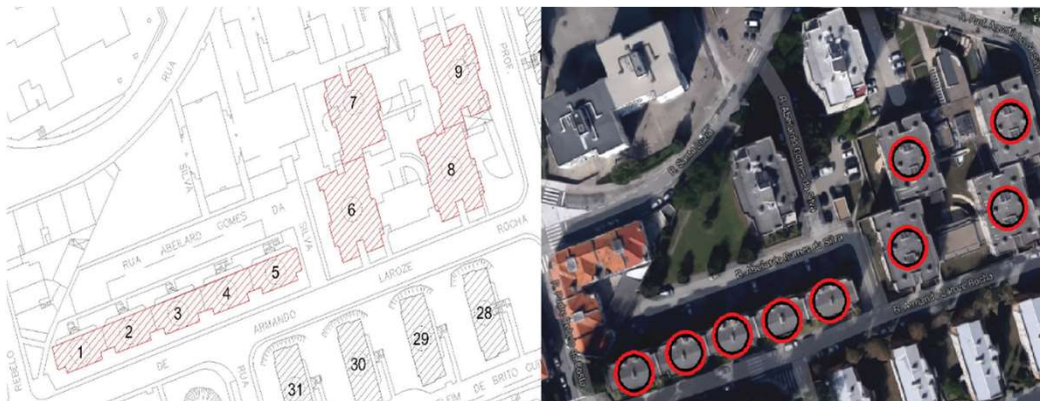


Imagem nº8



Imagem nº9



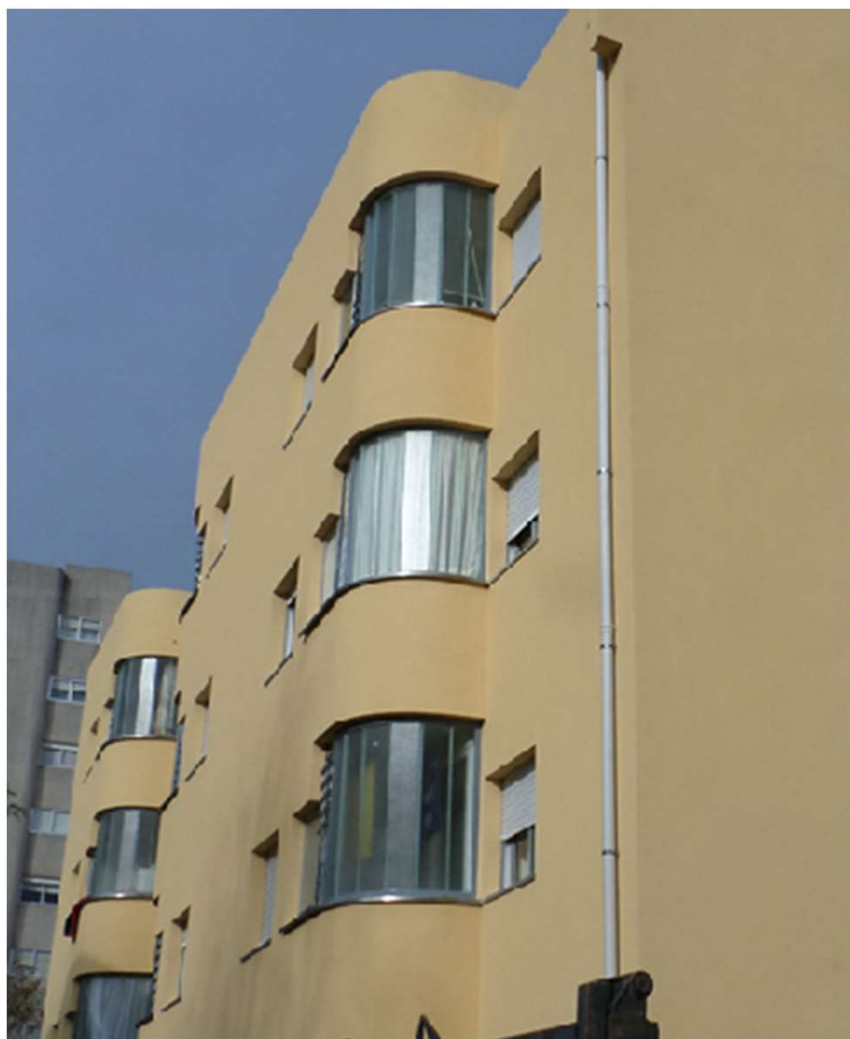


Imagem nº10

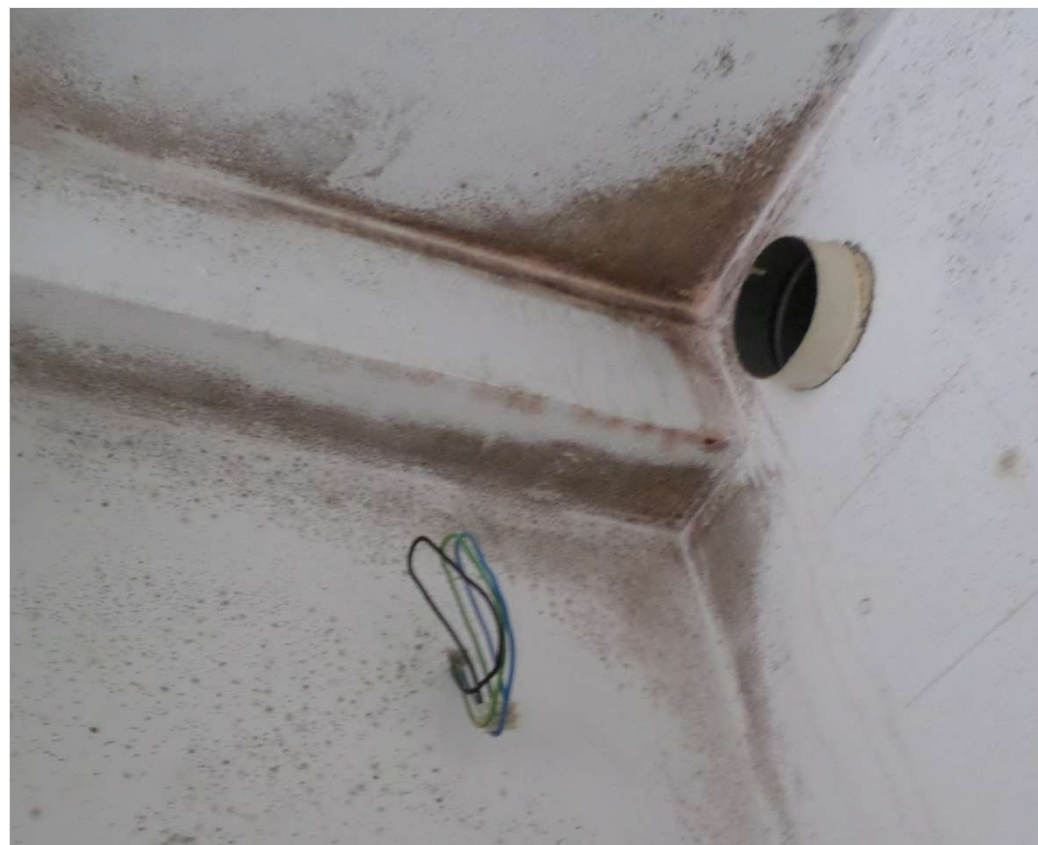


Imagem nº11

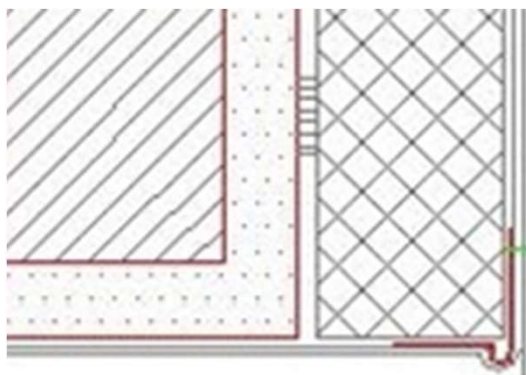


Imagem nº12



Imagem nº13





Pingadeira

Imagem nº14

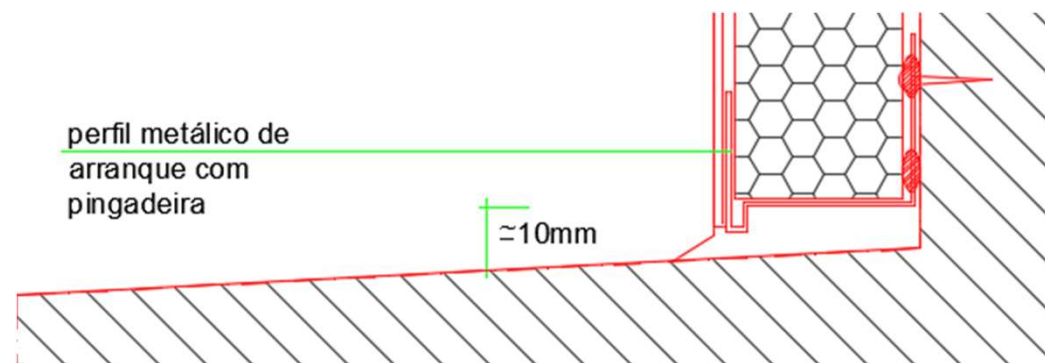
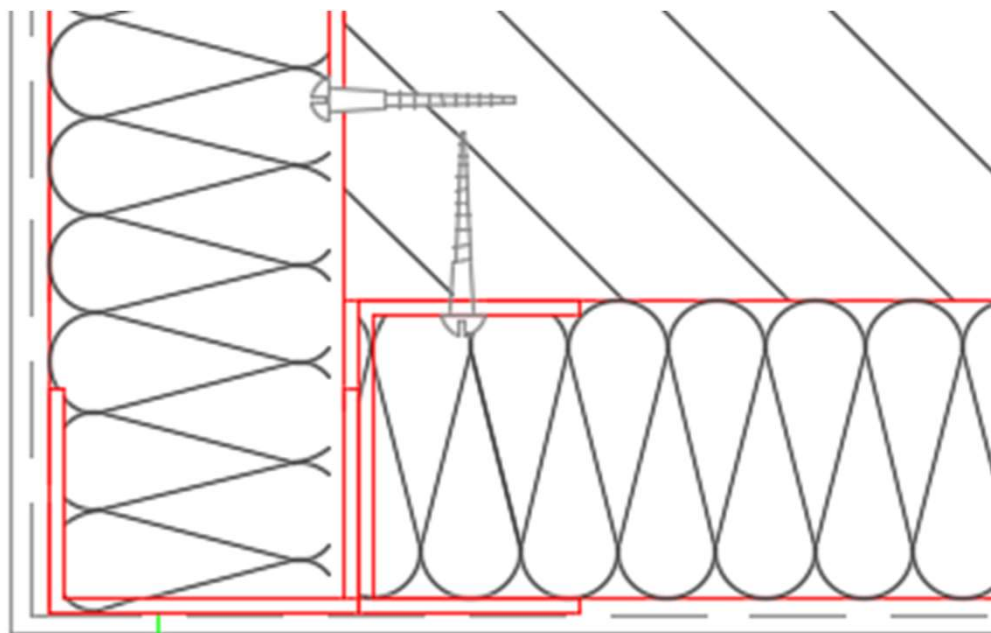


Imagem nº15



**Reforço metálico**

Imagem nº16

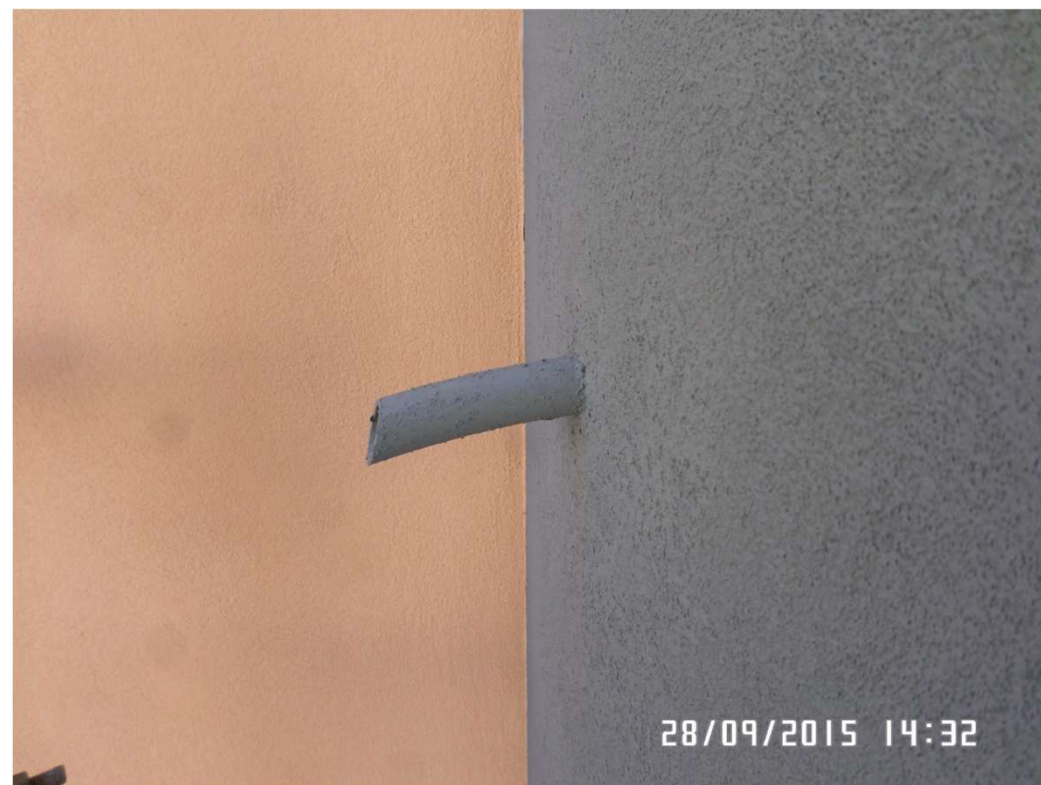


Imagem nº17

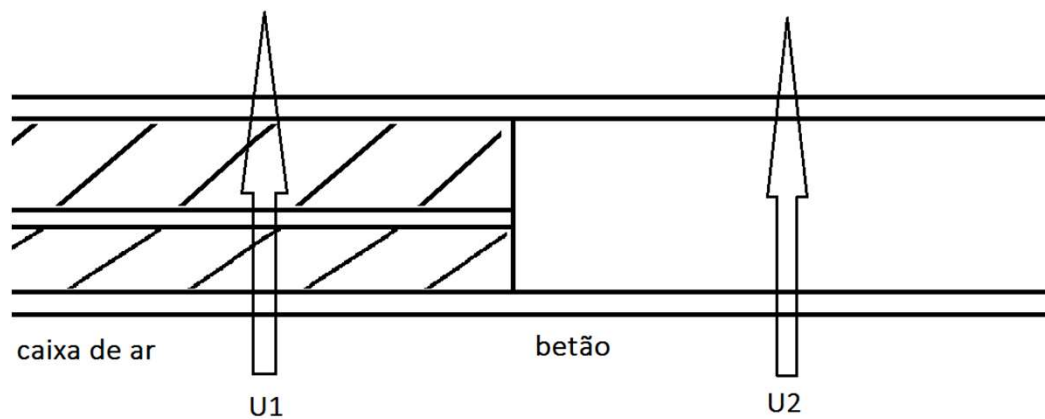


Imagem nº18

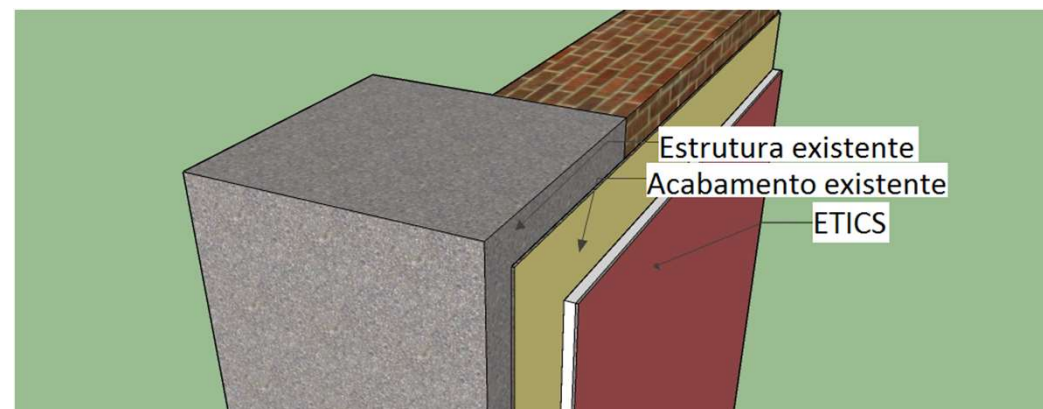


Imagem nº19



Imagem nº20



Imagem nº21



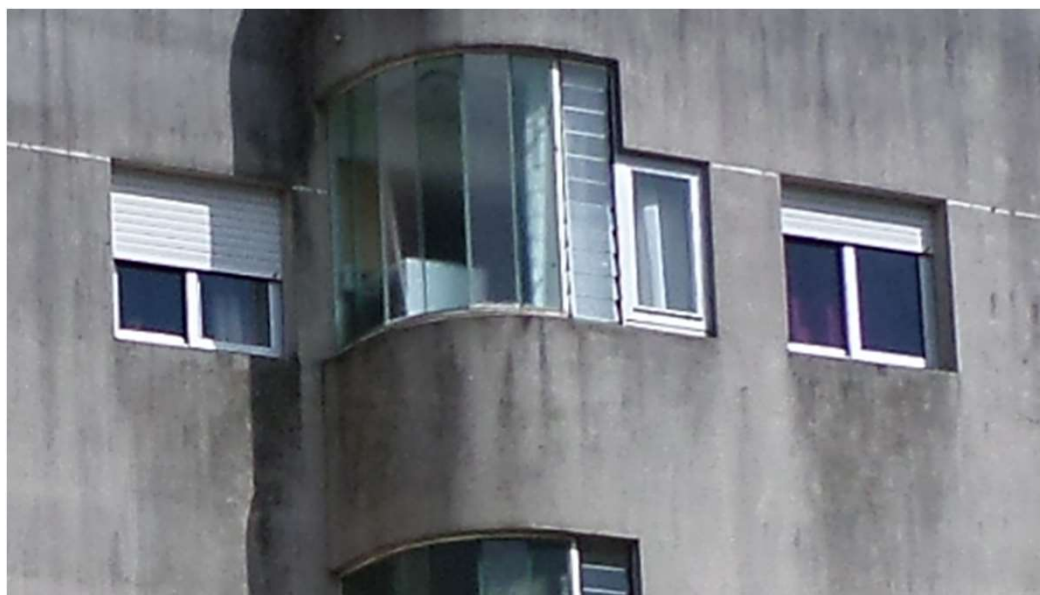


Imagem nº23



Imagem nº24

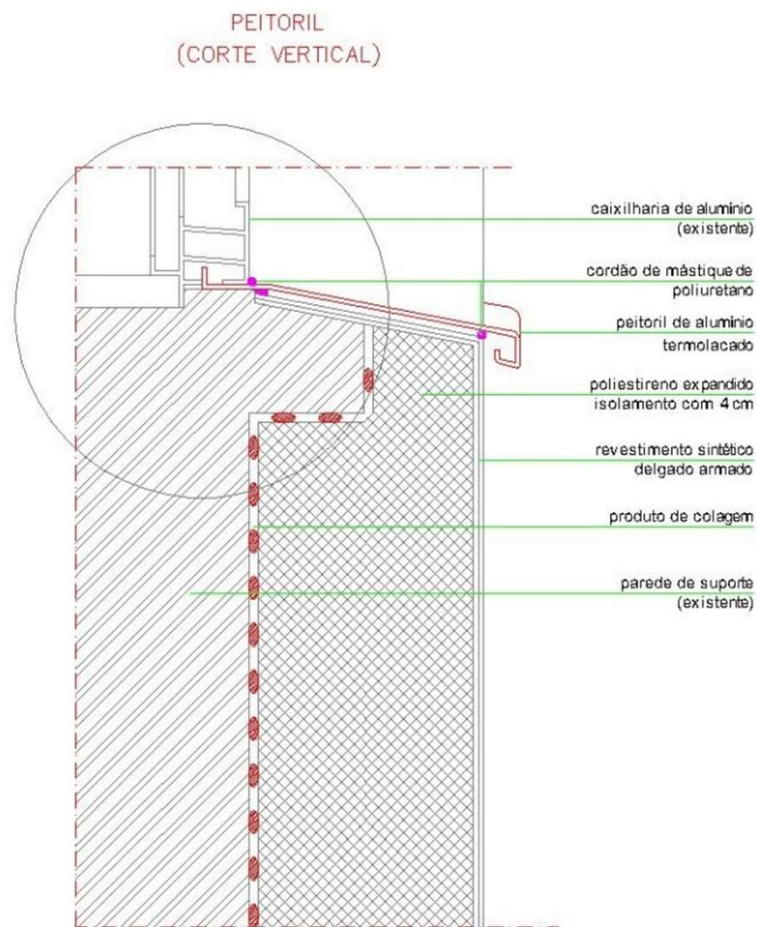


Imagem nº25

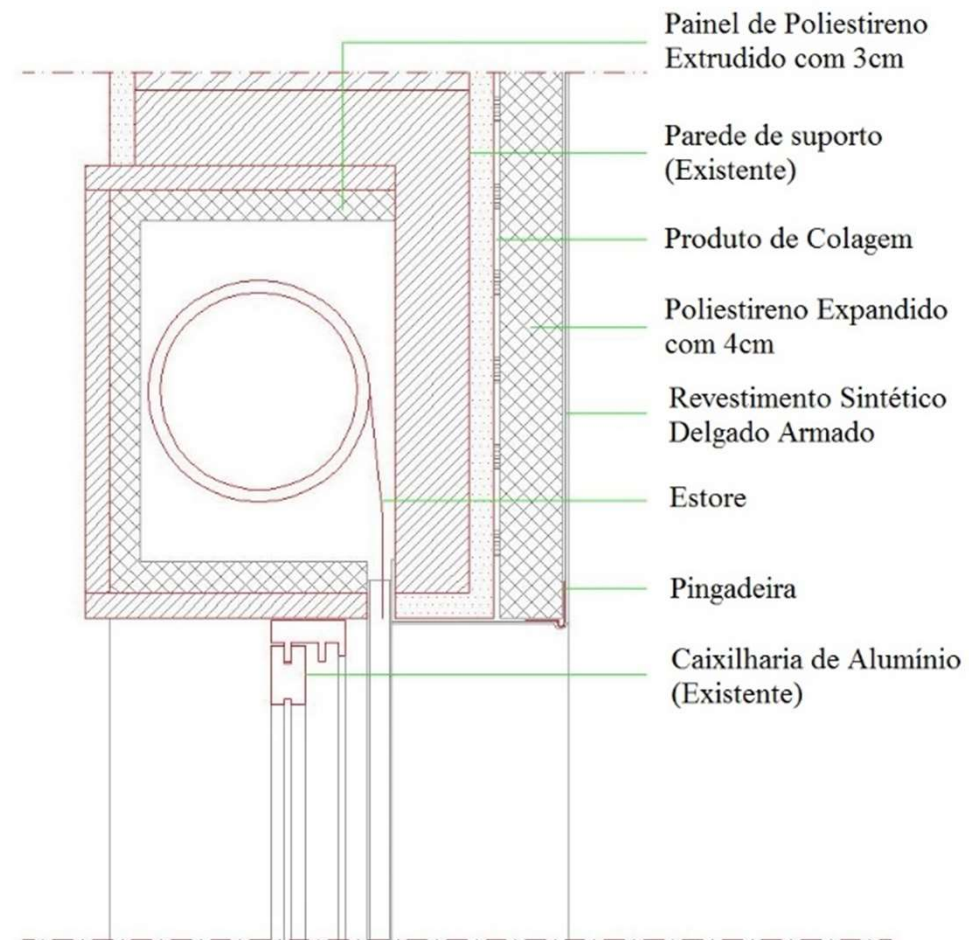


Imagem nº26



Imagem nº27



Imagem nº28





Imagem nº29



Imagem nº30



Imagem nº31



Imagem nº32





Imagem nº33



Imagem nº34

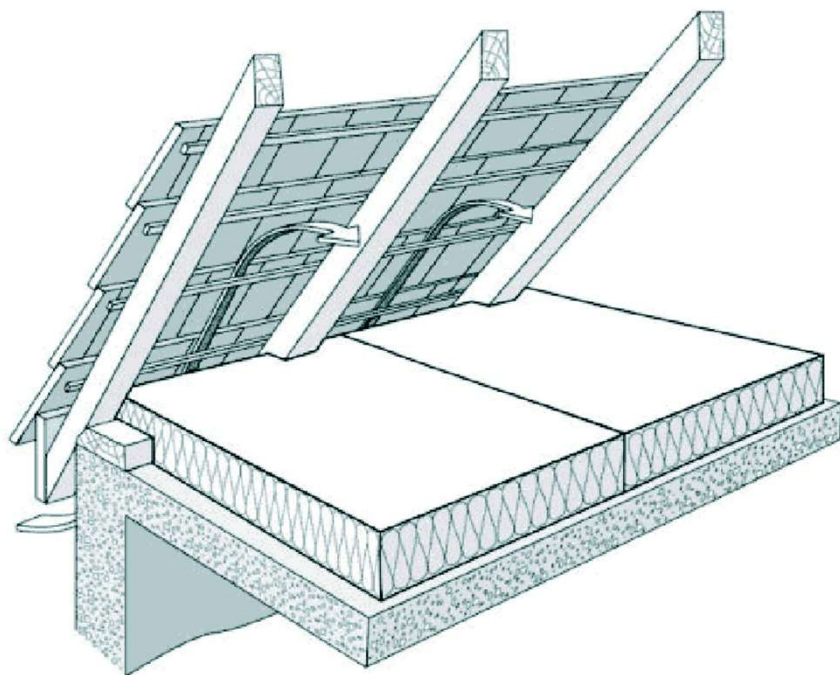


Imagem nº35



Imagem nº36



Imagem nº37



Imagem nº38





Imagem nº39



Imagem nº40



Imagem nº41

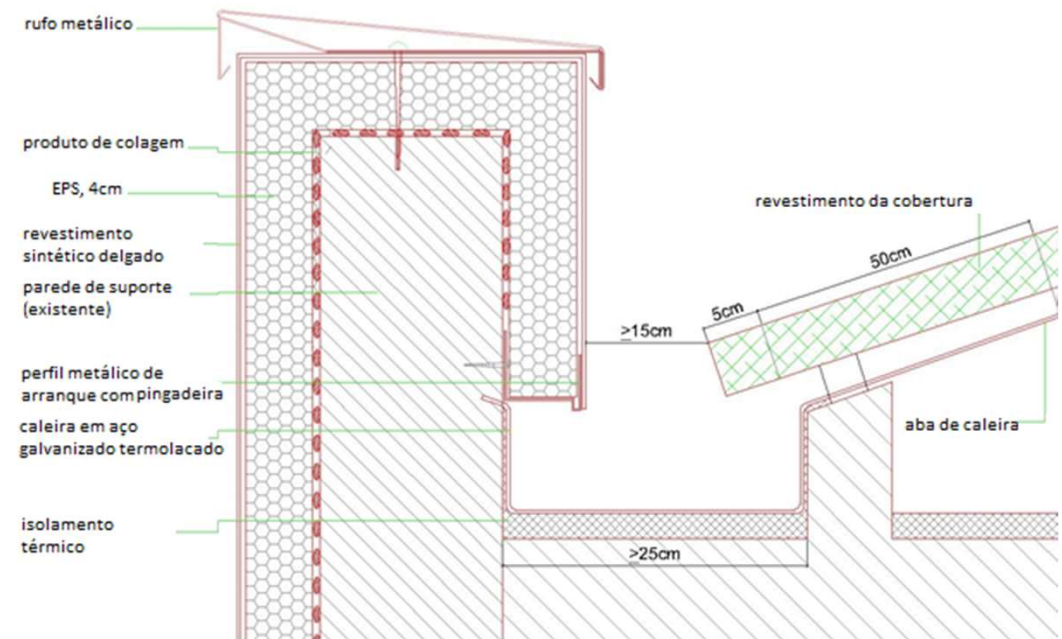


Imagem nº42



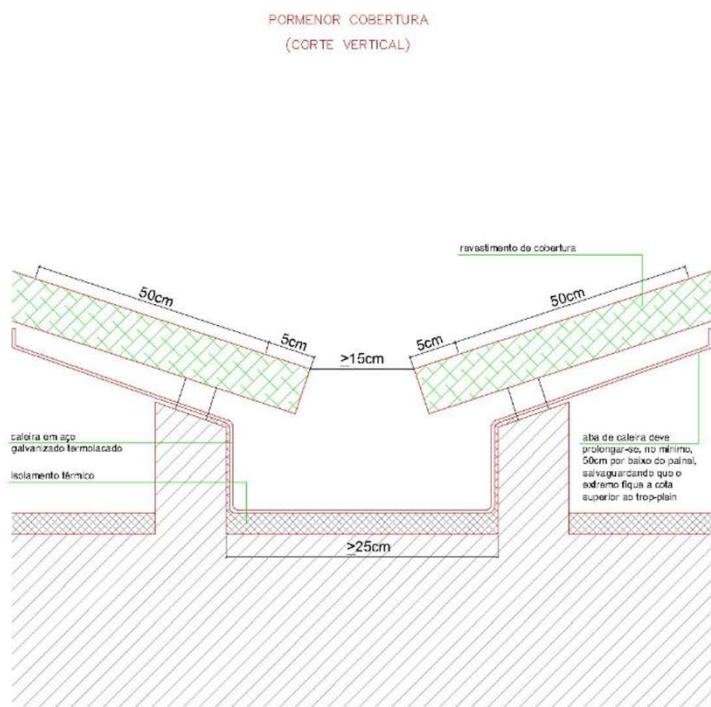


Imagem nº43



Imagem nº44



Imagem nº45



Imagem nº46

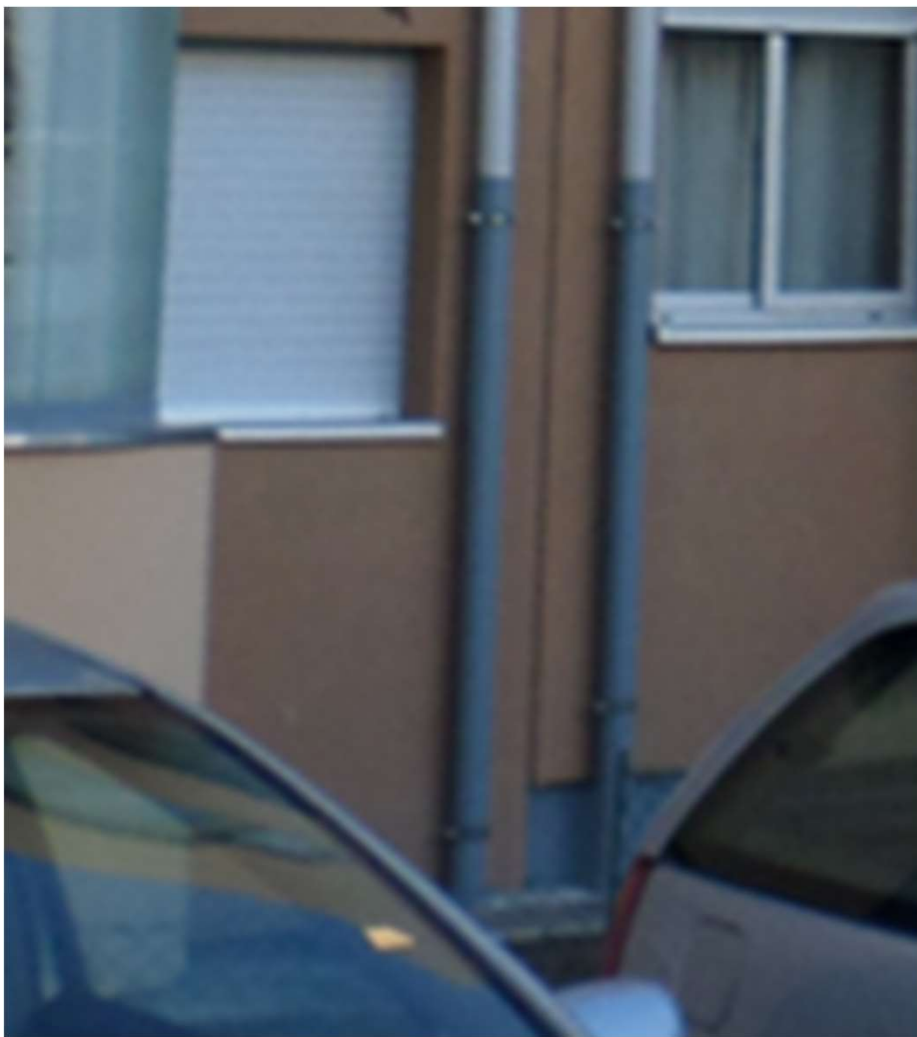


Imagem nº47



Imagem nº48



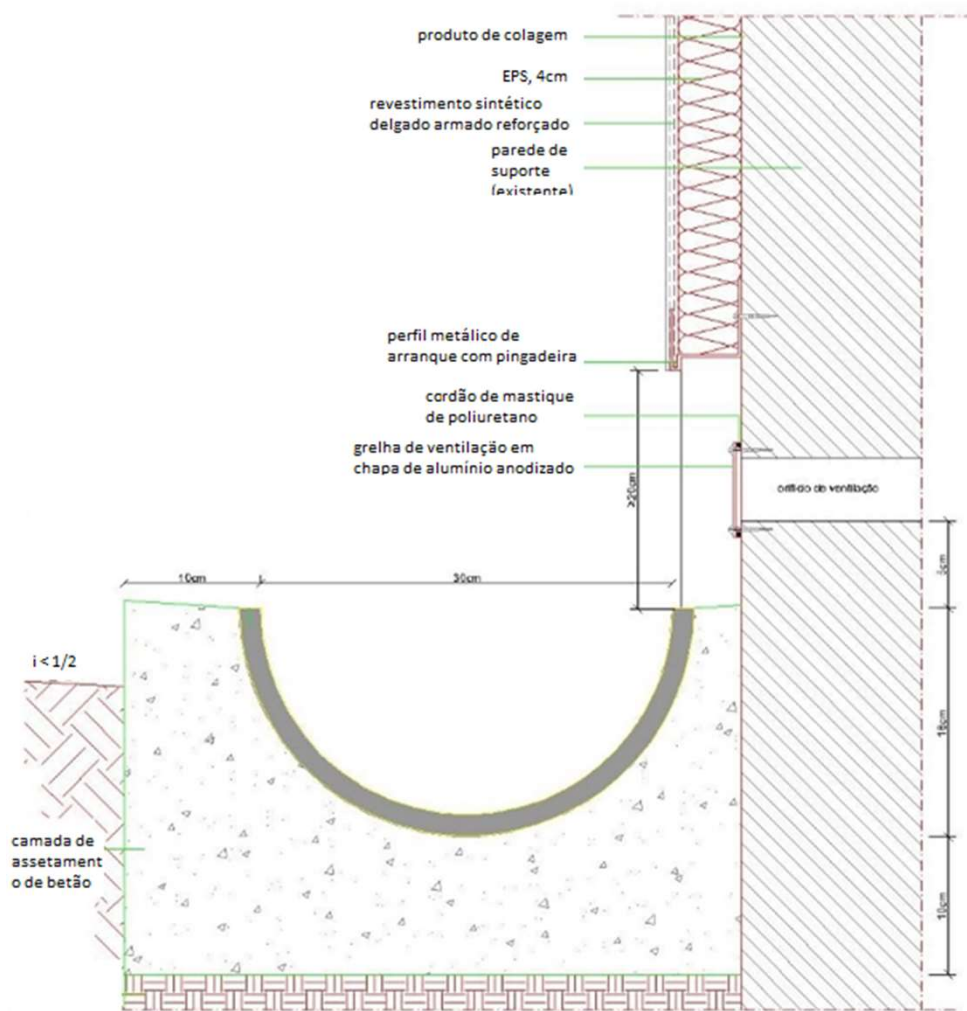


Imagem nº49



Imagem nº50





Imagem nº53



Imagem nº54





Imagem nº55



Imagem nº56



Imagem nº57



Imagem nº58





Imagem nº59



Imagem nº60



Imagem nº61



Imagem nº62



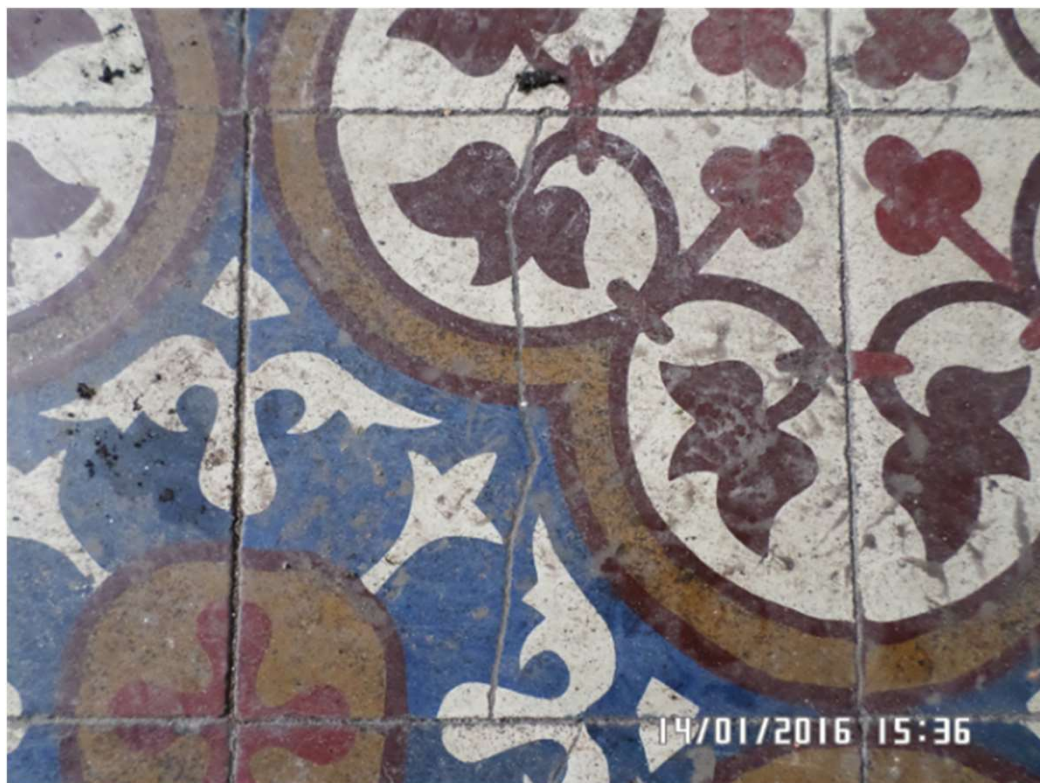


Imagem nº63



Imagem nº64



Imagem nº65



Imagem nº66





Imagem nº67



Imagem nº68



Imagem nº69



Imagem nº70





Imagem nº71



Imagem nº73





Imagem nº74



Imagem nº75



Imagem nº76



Imagem nº77



Imagem nº78



Imagem nº79





Imagem nº80

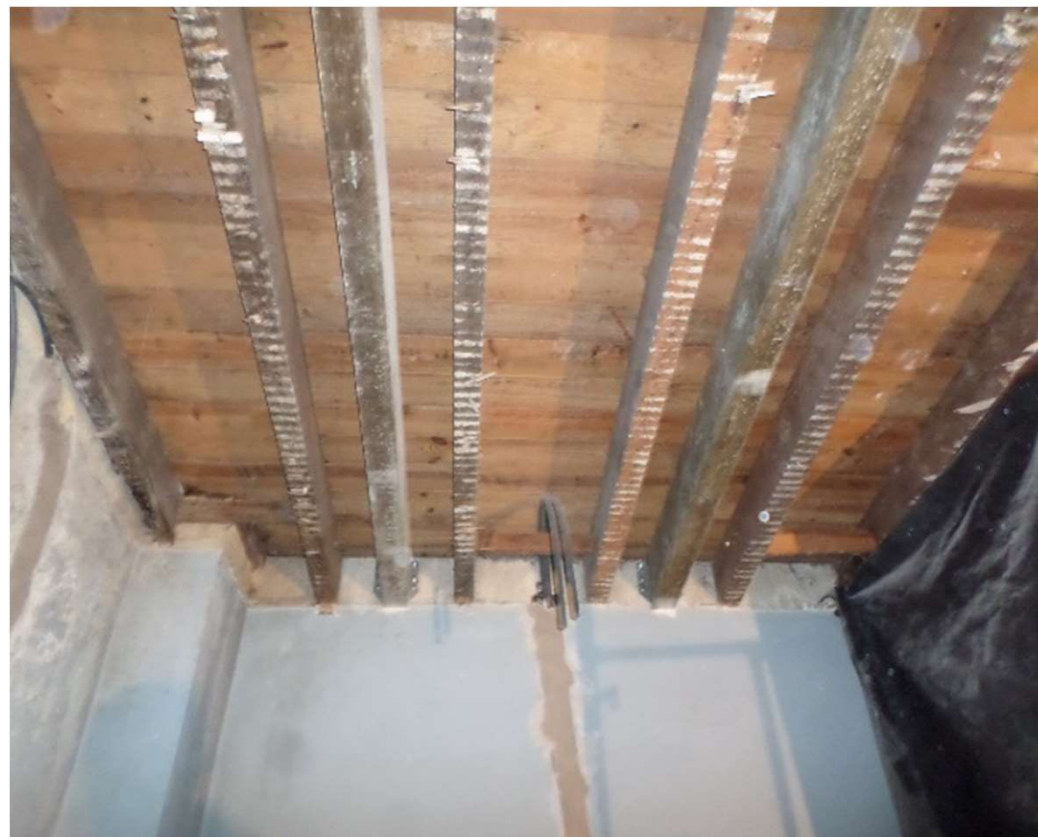


Imagem nº81



Imagem nº82



Imagem nº83



Imagem nº84



Imagem nº85





Imagem nº86



Imagem nº87



Imagem nº88



Imagem nº89



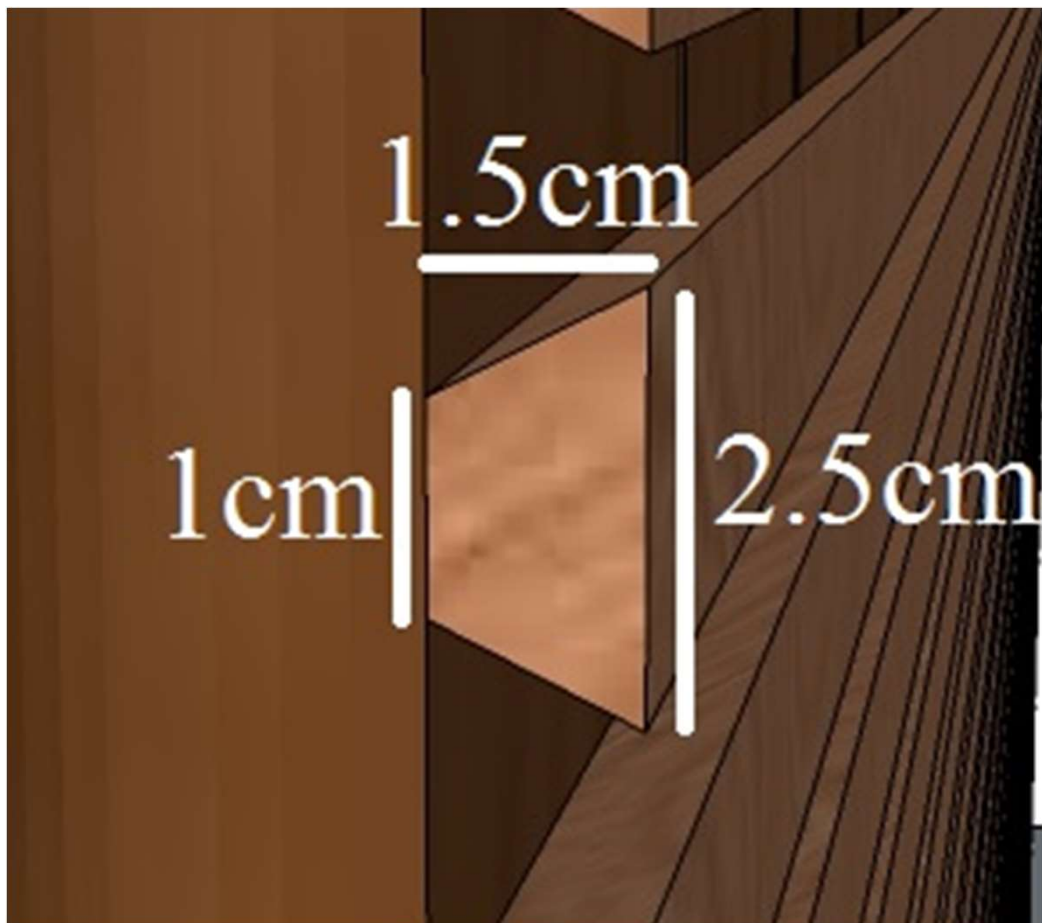


Imagem nº90



Imagem nº91



Imagem nº92



Imagem nº93





Imagem nº94



Imagem nº98



Imagem nº99



Imagem nº100





Imagem nº101



Imagem nº102



Imagem nº103



Imagem nº104



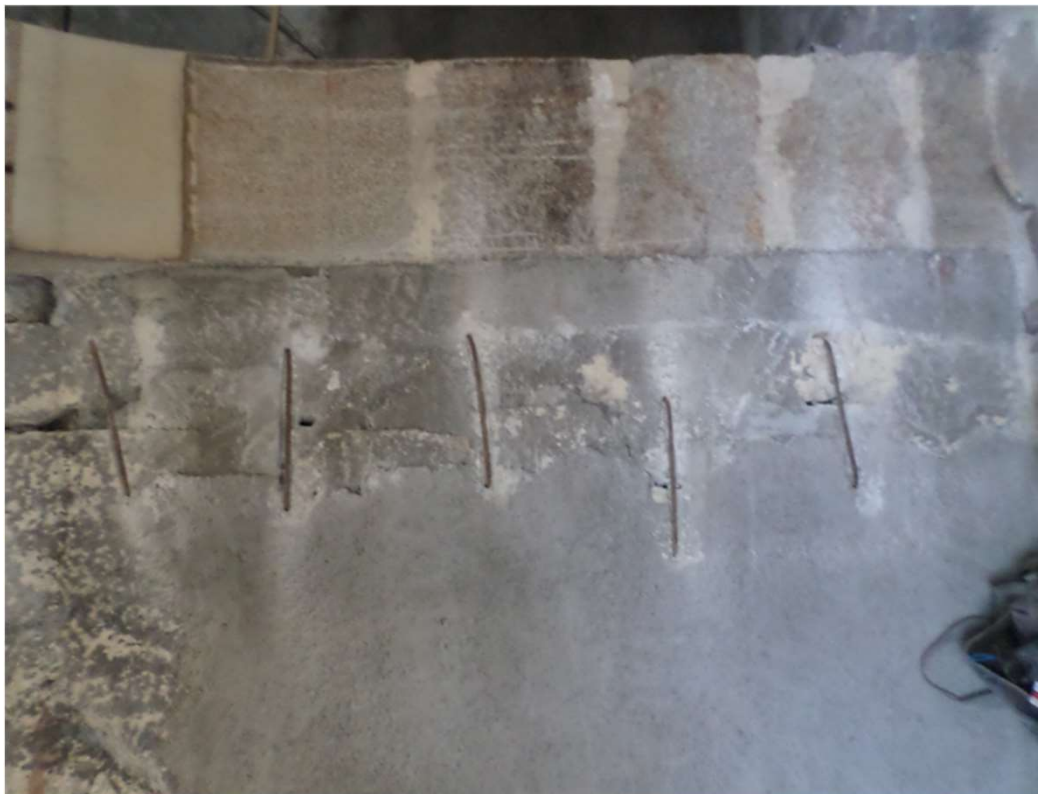


Imagem nº105



Imagem nº106



Imagem nº107

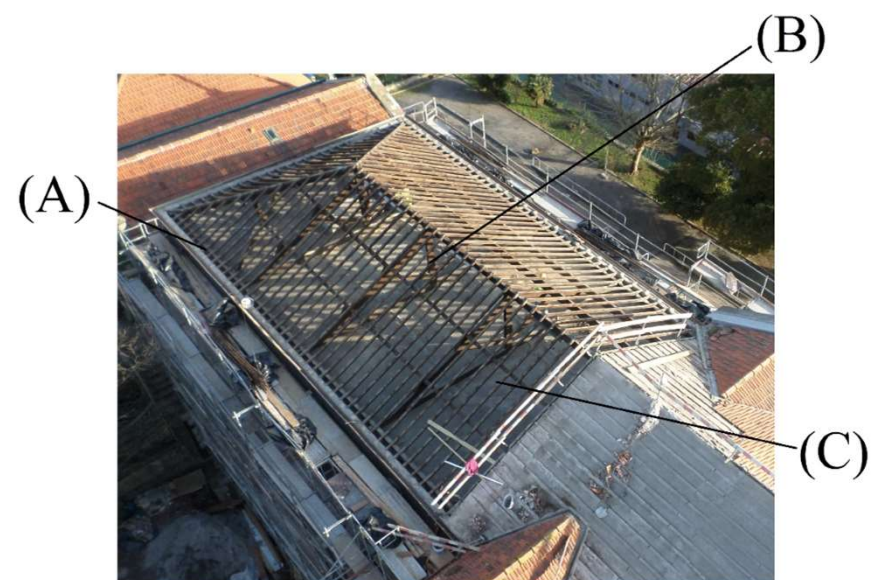


Imagem nº108





Imagem nº109



Imagem nº110



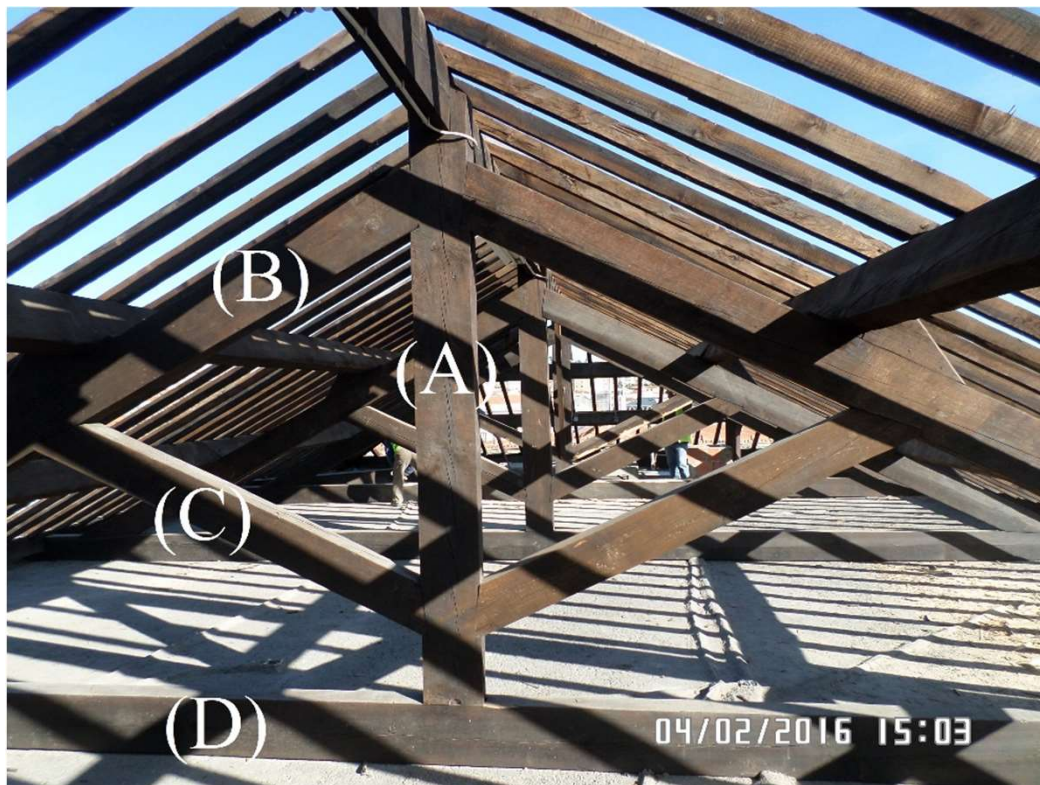


Imagem nº111



Imagem nº112





Imagem nº113



Imagem nº114





Imagem nº115



Imagem nº116



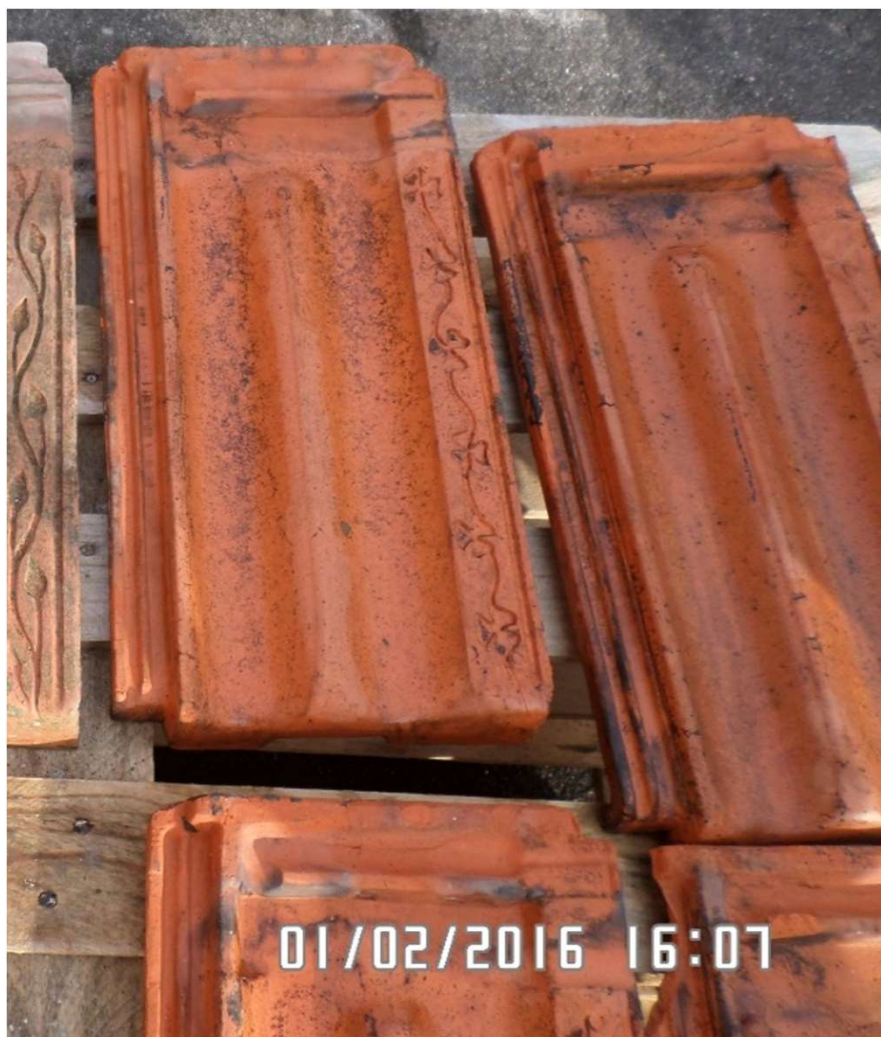


Imagem nº117



Imagem nº119





Imagem nº120



Imagem nº121





Imagem nº122



Imagem nº123



Imagem nº124



Imagem nº125





Imagem nº126



Imagem nº128

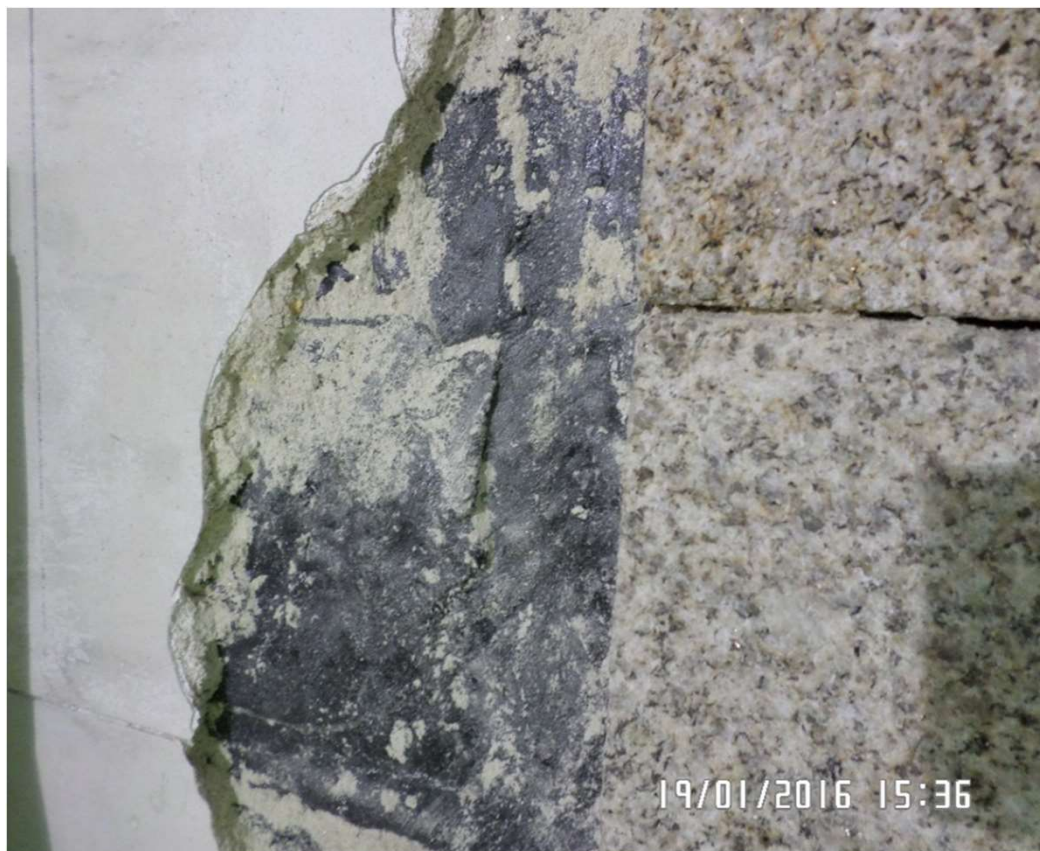


Imagem nº129



Imagem nº130





Imagem nº131



Imagem nº132





Imagem nº133



Imagem nº134



Imagem nº136



Imagem nº137



Imagem nº138



Imagem nº139

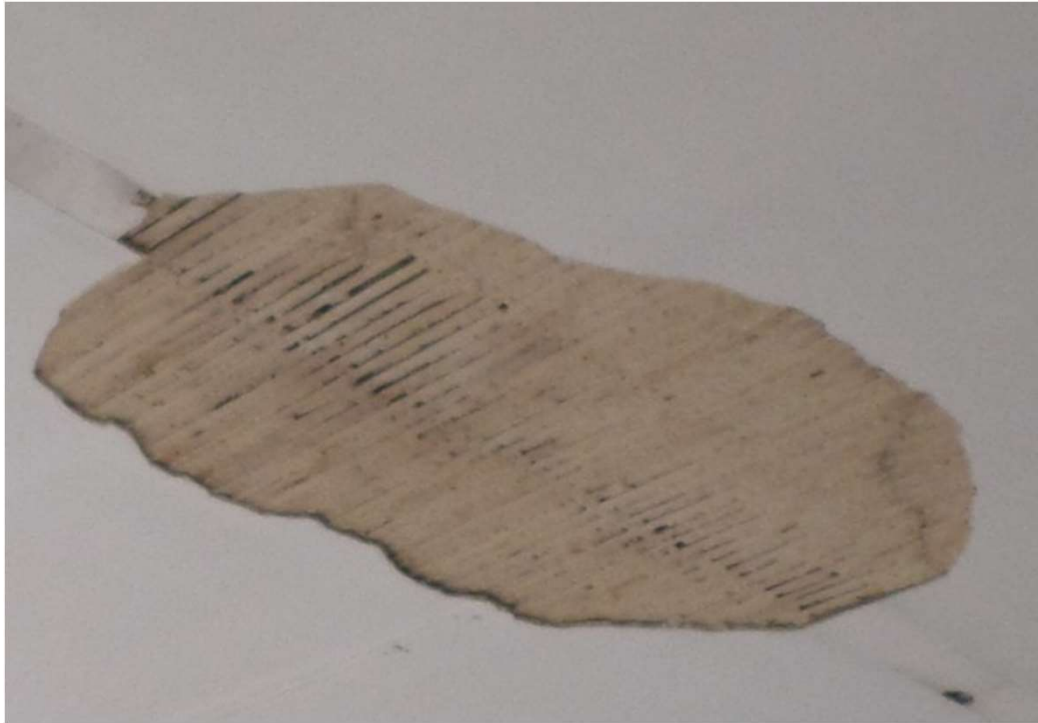


Imagem nº140